

島根林技研報  
Bull. Shimane Pref.  
For. Res. Cen.

ISSN 0910-9471

BULLETIN  
OF THE  
SHIMANE PREFECTURE FOREST RESEARCH CENTER

No. 42  
March 1991

---

---

# 島根県林業技術センター研究報告

第42号  
平成3年3月

---

---

SHIMANE PREFECTURE FOREST RESEARCH CENTER  
SHINJI, SHIMANE, JAPAN

島根県林業技術センター

島根県宍道町

# 目 次

## 論文

針葉樹ペスタロチア病の発病に及ぼす施肥条件

……………周 藤 靖 雄…………… 1

## 論文

粗皮落と枝打ちによるスギカミキリ加害回避効果

……………井ノ上二郎・二見鎌次郎・金山 信義…………… 9

## 論文

島根県産スギ造林木の強度性能——スギ正角材の曲げ強度——

……………中山 茂生・錦織 勇・池淵 隆・安井 昭……………17

## 短報

注目した野外でのショロ子実体生産事例

……………平 佐 隆 文……………37

## 論文 針葉樹ペスタロチア病の発病に及ぼす施肥条件

周 藤 靖 雄

### Fertilizing effect on the Infection of Pestalotia Needle Blight in Coniferous Seedlings

Yasuo SUTO

#### 要 旨

1. ペスタロチア病の発病に及ぼす施肥条件を、鉢植えしたヒノキとスギの2年生苗を用いて検討した。
2. 窒素を標準施肥量より減量または無施用の場合は、発病程度が著しく軽減した。しかし、苗木の成長が著しく劣化したため、この施肥法の実用は難しい。
3. 窒素の増量、燐酸と加里の増量と無施用、マグネシウム、マンガン、鉄、珪素など微量元素の添加、有機質肥料としての油かすの混用などは、発病に影響を与えなかった。

#### I はじめに

針葉樹苗のペスタロチア病は、島根県下の林業苗木における重要な葉枯性病害のひとつである<sup>5,6)</sup>。とくに近年育苗量が急増したヒノキが激しく侵されるため、その合理的な防除法の開発が望まれている。薬剤防除法については、筆者らの試験<sup>8-12)</sup>によって確立をみた。本病の耕種的防除法として、苗木に施す肥料の調整が考えられる。そこで1988～1990年、本病の発病に及ぼす各種肥料要素と施肥量の影響を検討する目的で試験を行った。

本稿を草するに当たり、各施肥要素の施肥量について御助言いただいた当所育林科長加茂久雄氏に厚く謝意をする。

#### II 試験方法

試験は島根県八束郡宍道町の島根県林業技術センター構内で実施した。供試苗木としてはスギとヒノキの2年生苗を用いた。植え付け時の苗木(1年生)の成長状態は表-1に示した。苗木は1/2000 aの陶器製またはハイパクトスチロール樹脂製ワグネルポットに3本ずつ植え付けた。試験区を反復する意味で、各処理区に5鉢、15苗木を用いた。しかし、試験-IIでは鉢によっては床替苗木腐病(*Fusarium* sp.)のため、1～2鉢を除去した処理区があった。

各鉢には購入した地元の土壌を入れたが、花こう岩深層風化土壌の「真砂土」で、その土性は砂質壤

土、栄養分はほとんど含まないと推する。酸度はpH5.3であり、酸度を調整するために、消石灰を1鉢当たり5g施用した。

施肥はすべて基肥として、また1処理区を除いては化学肥料のみによって施用した。主要3要素である窒素、燐酸および加里の施肥量は、1苗木当たりの生産目標(生重量)をヒノキでは50g、スギでは80gとして算出した。油かすを加用した場合は、その各成分含量を各化学肥料の成分含量から減量した。微量元素の施肥量は、宮崎<sup>9)</sup>が示した標準量に従い成分量で1m<sup>2</sup>当たりマグネシウム10g、マンガン1g、鉄0.75gとした。また、佐藤<sup>4)</sup>に従い、珪酸ナトリウムは1鉢当たり10gを施した。供試肥料とその標準施肥量は表-2に示した。施肥と苗木の植え付けはいずれの試験でも3月中旬に行った。

供試した全苗木に対して病原菌を接種した。接種月日は、1988年の試験(試験-I)では7月26日、1989年の試験(試験-II)では8月22日、1990年の試験(試験-III, IV)では7月27日であった。接種直前には、苗木の枝葉を目の細かいサンドペーパーで軽くこすって傷を付けた。供試菌は *Pestalotiopsis glandicola* (CASTAGNE) STEYAERT で、当所保管菌株P-8を用いた。接種源となる本菌の分生子を多量得るため、つぎの培養法<sup>7)</sup>を採用した。培地：ジャガイモ・しょ糖寒天培地、温度・光条件：25°C・暗黒下(3日間)→20°C・ブラックライト蛍光灯照射下(7日間)。形成した胞子を収集して無菌水に加

え、 $8 \times 10^5$  / ml の懸濁液に調整し、展着剤として Tween #20 を微量添加した。これを 1 鉢当たり 17~20ml 苗木全体に噴霧した。噴霧後 2 日間苗木をポリエチレンシートで覆い、湿気を保った。

結果の調査は接種 15 日後に行った。各苗木の病斑数を数え、苗木ごとにつぎの発病指数を与えた。

- 発病を認めない：0
- 病斑数 5 個以下：0.5
- // 6~10 個：1
- // 11~20 個：2
- // 21~30 個：3
- // 31 個以上：4

各試験区の発病指数はつぎの式で求めた。

$$\frac{0n_0 + 0.5n_{0.5} + 1n_1 + 2n_2 + 3n_3 + 4n_4}{N}$$

$n_0, n_{0.5}, n_1, n_2, n_3, n_4$  : 発病指数 0, 0.5, 1, 2, 3, 4 の苗木数。N : 全苗木数。

また、接種直前に、全苗木の苗高と根元径を測定した。

処理区間の発病程度の差については、有意差（危険率 5%）を DUNCAN の多重検定法によって検定した。

### III 試験結果

#### 1. 窒素・磷酸・加里の倍量施用と無施用の影響

##### 1) 試験-I

1988 年、ヒノキを用いて実施した。窒素 (N), 磷酸 (P), 加里 (K) の標準量, 2 倍量および無施肥を組み合わせた区と無施肥区の 8 処理区を設定した。

表-3 に示すように、窒素無施用の 2 区 (P・K 区と 0 区) では発病程度がきわめて軽微であった。しかし、その他の区ではきわめて激しく発病した。接種時の苗木の成長については、窒素無施用では苗高

表-1 供試苗木の大きさ

試験番号	樹種	苗高 (cm)	根元径 (mm)
I	ヒノキ	19.5	2.0
II	//	11.0	1.6
III	//	11.4	1.9
IV	スギ	14.1	2.4

表-2 供試肥料とその施用量

要素	肥料名	1 苗木当たり施用量 (g)	
		ヒノキ	スギ
窒素 (N)	硫安	2.3	3.7
磷酸 (P)	過磷酸石灰	3.1	4.7
加里 (K)	塩化加里	0.5	0.8
マグネシウム (Mg)	硫酸マグネシウム <sup>a)</sup>	1.7	1.7
マンガン (Mn)	硫酸マンガン*	0.3	0.3
鉄 (Fe)	硫酸第一鉄*	0.06	0.06
珪酸 (Si)	珪酸ナトリウム*	3.3	3.3
油かす	油かす <sup>b)</sup>	1.7	1.7

a) 化学実験用薬剤を水溶して散布。

b) 成分量——窒素 5.3%, 磷酸 2.3%, 加里 1.0%。



と根元径がきわめて小さく、また葉色が黄緑であった。窒素の倍量、燐酸と加里の倍量と無施用は、成長に影響を及ぼさなかった。

## 2. 窒素減量・無施肥、微量元素の加用および油かすとの混用の影響

### 1) 試験—II

1989年、ヒノキを用いて実施した。窒素・燐酸・加里の標準量施用区を基準として、窒素を標準の1/2, 1/3に減量した区、窒素を無施用にした区、マグネシウム(Mg)、マンガン(Mn)、鉄(Fe)、珪素(Si)などの各微量元素を加用した区、化学肥料と油かすを混用した区および無施肥区の10処理区を

設定した。

表—4に示すように、発病程度が窒素減量の2区(1/2 N・P K区と1/3 N・P・K区)では軽微、窒素無施用の2区(P・K区と0区)ではきわめて軽微であった。しかし、その他の区ではきわめて激しく発病した。接種時の苗木の成長については、窒素を減量または無施用にすると、苗高と根元径がきわめて小さくなり、また葉色が黄緑であった。各種微量元素の加用や油かすとの混用は、成長に影響を及ぼさなかった。

### 2) 試験—III

1990年、ヒノキを用いて実施した。試験—IIと同

表—3 試験—Iの結果

区	発病指数	苗高(cm)	根元径(mm)
N・P・K	3.9 <sup>a)</sup> b	39	3.7
P・K	0.7 a	21	1.9
N・K	3.7 b	39	3.6
N・K	3.7 b	40	3.6
2 N・P・K	3.7 b	41	3.8
N・2 P・K	3.7 b	36	3.6
N・P・2 K	3.9 b	38	3.7
0 (無施肥)	0.7 a	19	1.9

a) 5 試験区の平均値。同一英字を付した値間には DUNCAN の多重検定による 5% 有意差がないことを示す。

表—4 試験—IIの結果

区	発病指数	苗高(cm)	根元径(mm)
N・P・K	2.8 <sup>a)</sup>	24	3.3
1/2N・P・K	0.8	17	2.3
1/3N・P・K	1.0	16	2.4
P・K	0.4	12	1.9
N・P・K+Mg	2.4	22	2.8
N・P・K+Mn	3.0	24	2.8
N・P・K+Fe	2.6	24	2.8
N・P・K+Si	2.4	20	2.6
N・P・K+油かす	2.2	23	3.0
0 (無施肥)	0.3	14	2.2

a) 3—5 試験区の平均値。

様の処理区を設定した。

表一五に示すように、発病程度が窒素減量の2区(1/2 N・P・K区と1/3 N・P・K区)では軽微、窒素無施用の2区(P・K区と0区)ではきわめて軽微であった。しかし、その他の区ではきわめて激しく発病した。接種時の苗木の成長については、窒素無施用では苗高と根元径がきわめて小さく、また葉色が黄緑であった。各種微量元素の加用や油かすとの混用は、成長に影響を及ぼさなかった。

### 3) 試験—IV

1990年、スギを用いて実施した。試験—IIと同様の処理区を設定した。

表一六に示すように、発病程度が窒素無施用の2区(P・K区と0区)ではきわめて軽微であった。しかし、その他の区ではきわめて激しく発病した。接種時の苗木の成長をみると、窒素1/3の減量と窒素無施用では苗高と根元径がきわめて小さく、葉色が黄緑であった。各種微量元素の加用と油かすとの混用は、成長に影響を及ぼさなかった。

表一五 試験—IIIの結果

区	発病指数	苗高(cm)	根元径(mm)
N・P・K	3.6 <sup>a)</sup> d	24	2.5
1/2N・P・K	2.7 c	24	2.3
1/3N・P・K	2.3 b c	22	2.2
P・K	1.6 a b	14	1.9
N・P・K+Mg	3.8 d	29	2.6
N・P・K・Mn	3.6 d	30	2.5
N・P・K+Fe	3.8 d	30	2.6
N・P・K+Si	3.6 d	31	2.7
N・P・K+油かす	3.6 d	30	2.6
0 (無施肥)	1.2 a	13	1.6

a) 5試験区の平均値。同一英字を付した値間にはDUNCANの多重検定による5%有意差がないことを示す。

表一六 試験—IVの結果

区	発病指数	苗高(cm)	根元径(mm)
N・P・K	4.0 <sup>a)</sup> b	34	4.5
1/2N・P・K	4.0 b	32	3.8
1/3N・P・K	4.0 b	26	3.4
P・K	1.7 a	16	2.4
P・K・K+Mg	3.9 b	32	4.0
N・P・K+Mn	4.0 b	35	4.7
N・P・K+Fe	4.0 b	34	3.9
N・P・K+Si	4.0 b	33	4.2
N・P・K+油かす	4.0 b	33	4.5
0 (無施肥)	1.2 a	14	2.3

a) 5試験区の平均値。同一英字を付した値間にはDUNCANの多重検定による5%有意差がないことを示す。

#### IV 考 察

本試験によって、針葉樹（ヒノキ・スギ）のペスタロチア病の発病には窒素の施用量が大きな影響を及ぼすことがわかった。すなわち、窒素を標準量より減量または無施用にすると、発病程度がきわめて軽微になった。なお、本試験では発病程度を病斑数によって判定した。窒素を減量または無施用にした場合は、苗木は成長量を減じて枝葉の量が少なくなった。しかし、その発病軽減の程度は成長減退の割合に比べて著しく大きいと観察された。すなわち、これらの施肥区での本病発病の軽減は、発病し得る枝葉の量の減少に大きく依存するものではない。なお、窒素を2倍量にしても、発病程度は標準量の場合より激化することはなかった。

窒素の減量や無施肥が本病の発病を抑止した理由については、つぎの2点を推察する。①本病原菌の宿主組織侵入には傷を必要とし<sup>7)</sup>、本試験ではサンドペーパーによって付傷したが、窒素が多量で組織が軟弱な苗木に比べて窒素の減量と無施肥の場合は組織が堅強であり、菌侵入が可能な傷が付きにくかったため。②菌侵入後の感染過程において、窒素の減量と無施肥の場合は苗木がなんらかの生理的な抵抗性を示したため。しかし、その具体的実証は今後の課題である。

一方、苗木の成長は窒素を減量または無施肥にすることによって著しく劣り、それら苗木の床替えまたは山出しは不可能と考える。したがって、本病防除を目的に一方的に窒素を減量または無施肥にするべきではない。すなわち、この施肥法は、実際の防除法としての実用は難しい。

針葉樹苗木や林木の各種葉枯・胴枯性病害の発病に及ぼす施肥条件については、数篇の報告がある。佐藤ら<sup>4)</sup>はカラマツ先枯病(*Botryosphaeria laricina*)の発病は、天然栄養供給量の少ない下層土を用いた鉢試験では、無窒素、無リン酸および無施肥の区では成長は不良であったが発病が軽微であったと報告した。無リン酸の場合を除いて、本試験の場合と同様の結果である。なお、佐藤らはこの発病軽減の理由として、枝梢の組織の木質化が進んでいたため、病原菌の侵入を困難にして感染を回避したと考察している。またスギ灰色かび病(*Botrytis cinerea*)<sup>3)</sup>とカラマツ落葉病(*Mycosphaerella larici-leptolepis*)<sup>13)</sup>ではリン酸と加里の欠乏が、またカラマツフォモプシス枝枯病(*Phomopsis occulta*)<sup>1)</sup>とカラマツ暗色枝枯病(*Guignardia cryptomeriae*)<sup>1)</sup>は加里の欠乏が発病

を激化することが報告されている。しかし、本病の場合はリン酸や加里の欠乏は発病に影響を与えなかった。

また、マグネシウム、マンガン、鉄、珪素などの微量元素の加用、有機質肥料としての油かすとの混用は、発病に影響を与えなかった。

以上、窒素を減量または無施肥にすると本病の発病は軽減するものの苗木の成長が劣化し、また他の施肥要素は発病抑制に影響を及ぼさないため、施肥面から本病を防除することは育苗上不可能と考える。したがって、本病の防除は適切な薬剤散布に委ねるべきであると考えられる。

#### 引用文献

- 1) 小林享夫：各種の肥料処理を施したカラマツ苗木における胴枯性病害発生の一例。森林防疫11：300～301, 1962
- 2) 宮崎 紳：図説苗木育成法。p.257～261, 高陽書院, 東京, 1957
- 3) 佐藤邦彦・庄司次男・大田 昇：針葉樹苗木の雪腐病に関する研究—I, 灰色かび病および菌核病, 林試研報110：1～153, 1959
- 4) ———・横沢良憲・庄司次男・小島忠三郎：カラマツ先枯病に関する研究II。林試研報236：27～91, 1971
- 5) 周藤靖雄：島根県における樹病被害調査, 1963～1972年度の病害鑑定結果。島根林試研報24：1, ～40, 1974
- 6) ———：同上(II), 1973～1982年度の病害鑑定結果。同上35：17～26, 1984
- 7) ———：針葉樹ペスタロチア病菌の培地上胞子形成と接種試験。35回日林関西支講集：143～145, 1984
- 8) ———：針葉樹苗木ペスタロチア病の薬剤防除試験(I), 各種薬剤の防除効果比較試験。94回日林論：549～550, 1983
- 9) ———：同上(II), 4種類の薬剤の予防・治療効果。95回日林論：441～442, 1984
- 10) ———・金森弘樹：同上(III), 4種類の薬剤の濃度別防除効果。97回日林論：499～500, 1986
- 11) ———・———：同上(IV), チオファネートメチル剤とペノミル剤の治療効果と濃度別防除効果。98回日林論：513～514, 1987
- 12) ———・———：同上, 島根林技研報39：13～23, 1988
- 13) 塘 隆男・藤田桂治・道仙喜一・千葉 修・高

## Fertilizing Effect on the Infection of Pestalotia Needle Blight in Coniferous Seedlings

Yasuo SUTO

### Summary

1) Fertilizing effect was examined on the infection of Pestalotia needle blight in 2-year-old potted seedlings of *Chamaecyparis obtusa* and *Cryptomeria japonica*.

2) Nitrogen deficiency, decreasing the amount and no application of it, controlled the disease effectively. These fertilization treatments, however, should not be practiced, because the growth of the seedling was inhibited extremely.

3) No control effect was revealed by treatments as follows: excessive application of nitrogen, phosphate, and potassium; no application of phosphate and potassium; application of some micronutrients, magnesium, manganese, iron, and silicon; application with oilmeal as a organic fertilizer.

写 真



写真

- A: 試験 I, P・K 区
- B: // , 2N・P・K 区
- C: 試験 III, P・K 区
- D: // , N・P・K 区

## 論文 粗皮落としと枝打ちによるスギカミキリ加害回避効果

井ノ上二郎・二見鎌次郎\*・金山信義\*\*

### Control Effects of Peeling Outer Barks and Pruning on the Attack by *Cryptomeria* Bark Borer in a *Cryptomeria* Stand

Jiro INOUE, Kenjiro FUTAMI and Nobuyoshi KANAYAMA

#### 要 旨

1981～'87年，島根県下の1スギ林分で粗皮落としと枝打ちによるスギカミキリ加害回避効果を検討した。粗皮落としは加害を回避して被害拡大を防止した。しかし，枝打ちは明らかな効果を示さなかった。簡易な実用的技法については検討を要する。

#### I はじめに

スギ・ヒノキ穿孔性害虫であるスギカミキリ (*Semanotus japonicus*)は樹幹の粗皮の間に産卵する。したがって，人為的に粗皮をこすり落として樹幹表面を平滑にすれば，産卵が困難になると予想される。鳥取県智頭地方では古くから慣行作業として粗皮落としを行っているが，本被害が少ないという<sup>3)</sup>。実際，加害回避を目的に粗皮落としを行い，効果を認めた報告<sup>1)</sup>がある。また，枝打ちなどの保育作業が徹底して行われている京都府北山地方や奈良県吉野地方では本被害が少ない<sup>1)</sup>。筆者らはこれらの施業——粗皮落としと枝打ちによるスギカミキリ加害防止効果を確認する目的で被害発生がごく初期のスギ林分で試験を実施した。すなわち，粗皮落としや枝打ちを行って，その結果を6年間にわたって継続調査した。

本研究は1981～'82年度国庫助成普及情報システム化事業「スギ・ヒノキ穿孔性害虫の被害防除に関する基礎研究」と1983～'87年度国庫助成大型プロジェクト研究「スギ・ヒノキ穿孔性害虫被害の防除技術に関する総合研究」の1課題として実施した。本研究への参加を許された元林野庁研究普及課，御橋慧海，佐藤正彦企画官に厚くお礼申し上げる。

#### II 試験方法

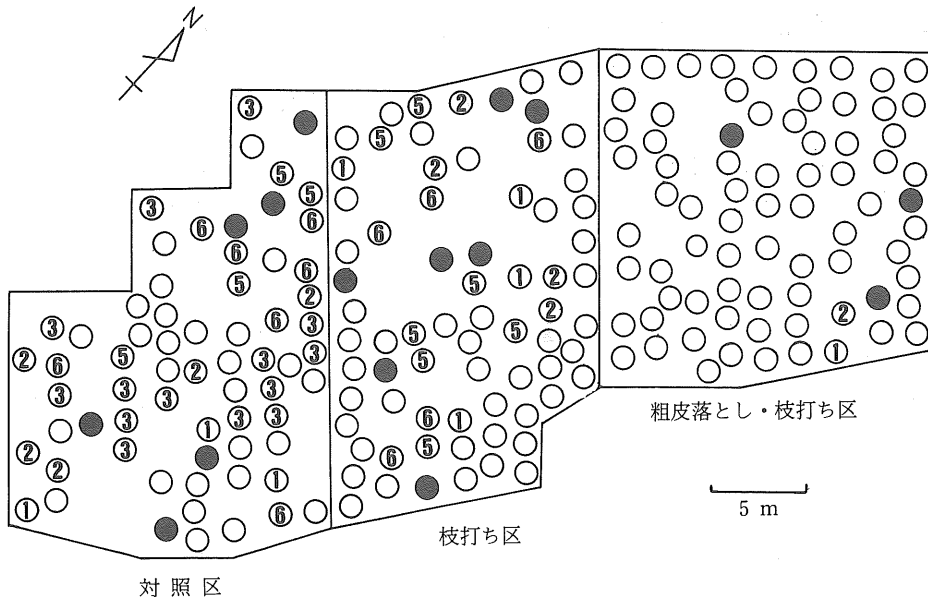
試験林は1981年11月，島根県飯石郡吉田村吉田のスギ林に設定した。本林分は17年生，オキノヤマスギで，面積は約1.3haである。設定時には被害木を少数認めたに過ぎず，またそれらは加害部の形態から2～3年前の比較的新しい被害と推察した。林内の被害木が散在する部位に，「粗皮落とし・枝打ち区」「枝打ち区」および「対照（無処理）区」の3区を隣接して設定した(図-1)。面積はいずれも約3aで，生立本数は76，74および68本であった。なお，調査期間中に少数の林木が雪害によって折損したが，それらはそれ以降調査対象から除外した。

粗皮落としは刃先を丸めた鎌を用いて，地際から高さ約3mまでの樹幹の外樹皮を，内樹皮や木部を傷付けないようにこすり落とした(写真-1E)。枝打ちは高さ約3mまでのすべての生・枯枝を切除した。対照区では高さ約2mまでの小径の生・枯枝を切除するに留めた。いずれの試験区とも，各林木についてすでに生じていた脱出孔と患部を見いだし，白ペンキで調査済の印を付けた。

設定後1987年まで原則として毎年，カミキリ成虫脱出終了後の5月以降にその年に生じた脱出孔を調査した。なお，それらにも調査済の白ペンキの印を付けた。また，各林木の胸高直径と樹高を輪尺と測高桿を用いて測定した。

\* 現島根県農林水産部林政課

\*\*元島根県林業技術センター育林科



図一 各試験区における被害木の分布

- 設定時の被害木
- ①～⑥ 設定1～6年後に発生した被害木

### III 試験結果

各試験区の被害本数と脱出孔数の推移は表一1、2に示したが、対照区では被害本数は年々増加して、設定6年後には累積被害本数率は70%に達した。5年後には枯死木が1本生じた。また、脱出孔数もとくに3年後に急増して、6年後には40個に及んだ。これに対して、粗皮落とし・枝打ち区では被害本数率は低率で推移し、6年後でも10%以下に留まった。また、脱出孔数も10個以下であった。枝打ち区では被害本数率は3年後まで20%以下であったが、以後急増して6年後には40%に達し、脱出孔数も27個に増加した。

図一1に示すように、処理区では新被害木は設定時の被害木の周囲に発生した。一方、対照区では被害木周囲のほか林縁木などにも生じた。

各試験区の林木の成長状態は表一3に示したが、胸高直径、樹高とも区間に大差を認めなかった。

### IV 考察

本試験において粗皮落とし・枝打ち区ではスギカミキリ被害の進展が緩慢であり、被害回避効果を認

めた。一方、枝打ち区では対照区に比べれば被害が軽微であったものの粗皮落とし・枝打ち区に比べれば効果が劣った。したがって、粗皮落とし・枝打ち区での効果は主として粗皮落とし処理によるものと考えられる。この効果は、従来から考えられてきたように<sup>3)</sup>、粗皮の間隙に行われるべき産卵を回避したためであろう。その結果、新たな被害発生を阻止できたと考えられる。大型プロジェクト研究<sup>5,6)</sup>では、同様の試験を行った4県で加害回避効果を認めている。また、ハチカミ共同研究班<sup>1)</sup>は粗皮落とし3年後までは加害防止効果を認めたものの、その後被害は急増した。そしてこれは成長に伴い樹皮が再び粗くなったためと推察している。本試験では処理6年後でも効果が持続したことが注目された。各区の林木の成長状態に大差はなく、粗皮落としや枝打ちの処理が成長には影響を及ぼさなかった。

枝打ちによる加害回避効果について、伊藤<sup>2)</sup>は枝打ち実施林分では無施業林分に比べて被害が少なく、また程度も軽かったと報じた。一方、ハチカミ共同研究班<sup>1)</sup>では枝打ちの効果を得ていない。本試験でもその効果は明確でなかった。小林<sup>3)</sup>は防除の理論的根拠はないとし、被害の早期発見や粗皮落と

表一 各試験区のスギカミキリ被害木の推移

	粗皮落とし・枝打ち区	枝打ち区	対 照 区
1981年 調査本数	76	74	68
(設定時) 被害本数	3	7	7
累積被害本数 (%)	3 (4)	7 (9)	7 (10)
1982年 調査本数	76	72	67
(1年目) 被害本数	1	4	3
累積被害本数 (%)	4 (5)	11 (15)	10 (15)
1983年 調査本数	72	72	66
(2年目) 被害本数	1	4	5
累積被害本数 (%)	5 (7)	15 (21)	15 (23)
1984年 調査本数	71	72	66
(3年目) 被害本数	0	0	15
累積被害本数 (%)	5 (7)	15 (21)	30 (45)
1986年 調査本数	69	66	63
(5年目) 被害本数	0	7	4
累積被害本数 (%)	5 (7)	22 (33)	34 (54)
1987年 調査本数	63	65	62
(6年目) 被害本数	0	5	7
累積被害本数 (%)	5 (8)	27 (42)	41 (66)

1985年(4年目)は調査せず。

表二 各試験区のスギカミキリ脱出孔数の推移

	粗皮落とし・枝打ち区	枝打ち区	対 照 区
1981年 調査本数	76	74	68
(設定時) 脱出孔数	0	3	3
累積脱出孔数	0	3	3
1982年 調査本数	76	72	67
(1年目) 脱出孔数	3	3	2
累積脱出孔数	3	6	5
1983年 調査本数	72	72	66
(2年目) 脱出孔数	1	4	4
累積脱出孔数	4	10	9
1984年 調査本数	71	72	66
(3年目) 脱出孔数	3	9	16
累積脱出孔数	7	19	25
1986年 調査本数	69	66	63
(5年目) 脱出孔数	1	3	9
累積脱出孔数	8	22	34
1987年 調査本数	63	65	62
(6年目) 脱出孔数	1	4	6
累積脱出孔数	9	26	40

1985年(4年目)は調査せず。



表一 3 各試験区の林木の生長状態

	粗皮落とし・枝打ち区	枝打ち区	対 照 区
1981年 調査本数	76	74	68
(設定時) 平均胸高直径 (cm)	10.2	10.9	11.7
平均樹高 (m)	7.1	7.7	7.9
1983年 調査本数	72	72	66
(2年目) 平均胸高直径 (cm)	11.1	11.5	12.6
平均樹高 (m)	8.1	8.4	8.7
1985年 調査本数	69	66	63
(4年目) 平均胸高直径 (cm)	12.7	13.2	41.0
平均樹高 (m)	9.7	9.6	9.7
1986年 調査本数	63	65	62
(5年目) 平均胸高直径 (cm)	14.2	14.8	15.7
平均樹高 (m)	10.7	11.4	11.3

1982年(1年目), 1984年(3年目) および1987年(6年目)は調査せず。

しなどの前処理として枝打ちを推奨している。

本試験では粗皮落としに刃先を丸めた鎌を用いて、外樹皮のほとんどをこすり落とした。しかし、この作業には多大な労力と時間を必要とするため、実用性に問題を残した。したがって、使用する道具、粗皮落としの程度など効率的な処理方法について検討を要する。

#### 引用文献

- 1) ハチカミ共同研究班：スギカミキリによるスギのハチカミに関する研究。47～51, 関西地区林試協保護部会, 1971
- 2) 伊藤孝美：スギカミキリ被害と施業について, 森林防疫33：63～66, 1984
- 3) 小林富士雄(編)：スギ・ヒノキ穿孔性害虫——その生態と防除序説——, 166pp, 創文, 東京, 1983
- 4) 小林一三：スギカミキリとスギノアカネトラカミキリ, 昆虫と自然15：25～29, 1980
- 5) 林野庁：大型プロジェクト研究成果4——スギ・ヒノキ穿孔性害虫被害の防除技術に関する総合研究, 41～45, 1990
- 6) 佐藤平典：スギ・ヒノキ穿孔性害虫とその被害(5)スギカミキリ被害回避施業技術, 森林防疫39：68～71, 1990

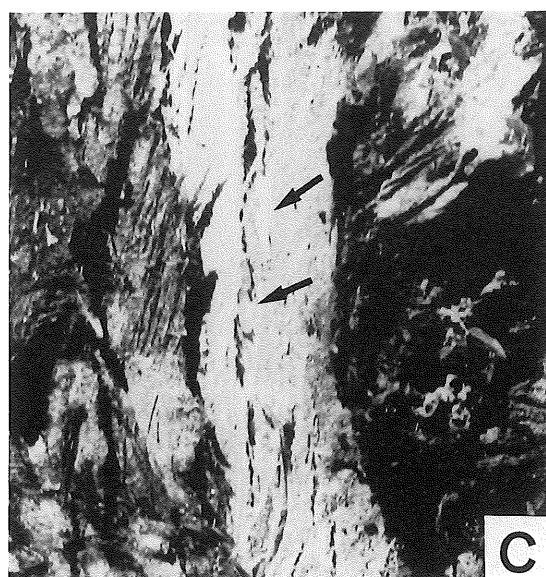
# Control Effects of Peeling Outer Barks and Pruning on the Attack by Cryptomeria Bark Borer in a Cryptomeria Stand

Jiro INOUE, Kenjiro FUTAMI and Nobuyoshi KANAYAMA

## Summary

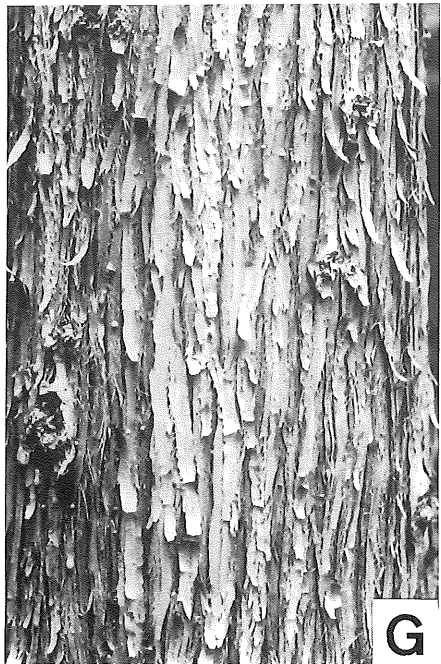
Peeling outer barks and pruning were made to control the attack by Cryptomeria bark borer, *Semanotus japonicus*, at a stand of *Cryptomeria japonica* in Shimane Prefecture. Peeling outer barks on trunks with a hook revealed the effect to escape the oviposition of the borers, and control their attack. No control effect, however, was obtained by only pruning. Practical and effective measures of peeling outer barks should be found in the future.

写 真



- A : スギカミキリ被害木 (矢印は脱出孔)
- B : 樹皮間隙へ産卵するスギカミキリ雌成虫
- C : 樹皮間隙に産まれた卵 (矢印)

写 真



- D : 粗皮落とし・枝打ち区  
E :         ”         の林木の樹幹表面  
F : 対照区  
G :         ”         の林木の樹幹表面

論文

島根県産スギ造林木の強度性能

—— スギ正角材の曲げ強度 ——

中山 茂生\*・錦織 勇・池渕 隆・安井 昭

Strength Properties of Planted Sugi Trees in Shimane Prefecture  
—— Bending Strength of the Square Lumber ——

Shigeo NAKAYAMA, Isamu NISHIKÖRI, Takashi IKEBUCHI and Akira YASUI

要 旨

1. 正角に製材した島根県産スギ造林木を対象として、曲げ強度試験を実施した。そして、産地、地形位置、採材部位別の強度性能と、外観特性が強度性能に及ぼす影響を検討した。
2. 供試材の生材時の曲げヤング係数は、平均値で61.6tonf/cm<sup>2</sup>であった。産地、地形位置、採材部位による曲げヤング係数への影響が認められたが、JAS等級による影響は認められなかった。
3. 供試材の破壊試験時の曲げヤング係数(実測値)は、平均値で64.1tonf/cm<sup>2</sup>で、生材時の1.042倍となり、乾燥により増加する傾向が認められた。
4. 供試材の曲げ破壊係数(MC15%換算値)は、平均値、統計的下限值で、それぞれ364kg f/cm<sup>2</sup>、255kg f/cm<sup>2</sup>で、建築基準法施行令第95条に規定されている材料強度値を十分満足していた。産地、地形位置、JAS等級による曲げ破壊係数への影響が認められたが、採材部位については明確ではなかった。
5. 供試材の破壊試験時の曲げヤング係数(MC15%換算値)は、平均値で63.6tonf/cm<sup>2</sup>で、木構造設計規準に示されている普通構造材の推奨値未満の材が、全数の約68%を占めた。産地、地形位置、採材部位による曲げヤング係数への影響が認められたが、JAS等級による影響は認められなかった。
6. 生材時の曲げヤング係数と破壊試験時の曲げヤング係数、及び曲げ破壊係数との間に高い相関が認められた。
7. 重回帰分析法により、曲げ破壊係数を推定するのに有効な因子は、曲げヤング係数、比重、最大節径比であった。

I はじめに

島根県の民有林に占める人工林面積は、平成元年度末現在で173,827haで、民有林全体の35.5%である。このうち、スギの占める面積は74,001haで、人工林全体の42.6%であり、その割合から見て、県下で最も重要な造林樹種である。これらのスギ造林木の9割が、7齢級以下の除間伐を必要とする林分であるが、今後蓄積の増加に伴って、伐採量も年々増加すると考えられる。

一方、利用面から見ると、スギ造林木の用途は、主として建築用構造材であるが、現在、建築側から

木材供給側に対して、設計・施行上から要求される品質と性能の保証<sup>1)</sup>が求められている。

そこで、1986～'89年に、県下4か所の林分から採取した利用伐期齢に達したスギ造林木を対象として、在来工法の主要断面部材である正角材の強度性能を把握し、産地、地形位置、採材部位別の強度および外観特性と強度性能の関係について検討するため、実大材の曲げ強度試験を行った。

本試験を実施するに当たって、供試材の入手に御配慮を載いた関係各位に、厚く感謝の意を表する。

なお、本報の一部はすでに公表した<sup>2)</sup>。

\* 現県庁造林課

## II 調査林分と試験方法

### 1. 調査林分の概況と供試木の概要

供試木を採取する造林地を県下で4カ所選定し、地形位置（山腹，谷沿い）ごとに林分調査し，供試木を採取した。調査林分の位置と概況を図-1と表-1に，供試木の概要を表-2に示した。

供試木は，利用伐期齢に達した林分から，一番玉（元玉）で12.0cm角正角材の採材が可能なものを選び，地形位置ごとに13～15本づつ採取した。その1番玉と2番玉（材長各3m）を供試素材とした。なお，金城町産材については，1～3番玉を供試素材

とした。素材総数は264本であった。

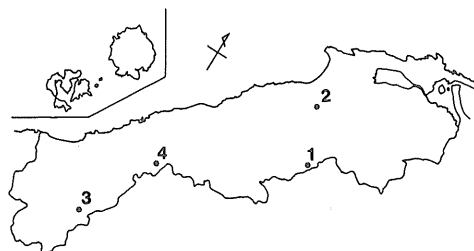


図-1 調査林分の位置

表-1 調査林分の概況

No.	所 在	地形位置	標 高 (m)	傾 斜 (度)	方 位	土 壌 型	林 令 (年)
1	飯石郡赤来町来島	山 腹	660	27	南 東	B <sub>D</sub>	30
		谷 沿 い	560	5	北 東	B <sub>D</sub>	30
2	簸川郡佐田町反辺	山 腹	—	28	北	—	30
		谷 沿 い	—	28	北	—	30
3	美濃郡匹見町紙祖	山 腹	660	40	南 東	B <sub>D</sub>	30
		谷 沿 い	610	40	南 東	B <sub>D</sub>	30
4	那賀郡金城町波佐	山 腹	680	25	南 西	B <sub>D</sub>	28
		谷 沿 い	640	5	南 西	B <sub>D</sub>	28

表-2 供試木の概要

所 在	地形位置	採取本数 (素材数)	樹 高 (m)	枝 下 高 (m)	胸 高 直 径 (cm)	採取時期
飯石郡赤来町来島	山 腹	15(30)	15.3～16.4～18.3	5.6～ 8.8～11.2	19.5～21.0～22.5	1986年11月
	谷沿い	15(30)	11.3～15.6～17.6	2.5～ 5.0～ 9.6	19.5～20.5～22.0	〃
簸川郡佐田町反辺	山 腹	15(30)	11.2～15.1～17.2	1.2～ 7.9～11.5	18.0～20.0～22.0	1988年1月
	谷沿い	15(30)	12.1～14.0～16.4	2.8～ 5.9～ 9.3	17.0～19.0～22.0	〃
美濃郡匹見町紙祖	山 腹	15(30)	14.1～15.5～17.1	5.0～ 8.0～ 9.6	20.0～21.0～21.0	1988年11月
	谷沿い	15(30)	14.8～16.4～17.8	6.7～10.2～12.1	19.0～21.0～22.0	〃
那賀郡金城町波佐	山 腹	15(45)	12.8～15.1～18.0	1.3～ 5.2～ 8.3	18.0～21.5～23.0	1989年12月
	谷沿い	13(39)	12.3～14.4～16.8	2.5～ 5.2～10.3	17.0～20.5～22.0	〃

### 2. 供試素材の外観特性調査

供試素材は，平均年輪幅，曲り，心材率，細り度，偏心率，節を調査し，素材の日本農林規格に準拠して曲り，節による品等区分を行った。また，調査後の素材264本のうち，強度試験材として適当と判断される255本を，その径級に適した正角材（寸法12.0×12.0×300cm，10.5×10.5×300cm，9.0×9.0×300cm）に挽材した。

### 3. 生材時における製材品の外観特性調査

挽材後の製材品について，平均年輪幅，曲り，丸

身，節，重量を調査し，製材の日本農林規格に準拠して，節，丸身による品等区分を行った。

### 4. 生材時における曲げヤング係数の測定

生材時における曲げヤング係数の測定は，図-2のようにスパン（支点間距離）を270cm，ヨークスパン50cmとし，三等分点二点荷重方式で重錘法（分銅载荷10kg×4回）により行った。そして，全スパンの曲げヤング係数（EL）と中央1/3区間（モーメント一定区間）の曲げヤング係数（E<sub>ℓ</sub>）を求めた。

計算式<sup>9)</sup>を以下に示した。

全スパンの  
曲げヤング  
係数

$$(EL) = \frac{\Delta Pa}{4bh^3 \cdot \Delta yL} (3L^2 - 4a^2) \quad \dots(1)$$

(tonf/cm<sup>2</sup>)

中央1/3区間  
の曲げヤング  
係数

$$(E\ell) = \frac{3\Delta Pa\ell^2}{4bh^3 \cdot \Delta y\ell} \quad \dots\dots\dots(2)$$

(tonf/cm<sup>2</sup>)

- ここに、 a : 支点から荷重点までの距離 (cm)  
 ℓ : ヨークのスパン (cm)  
 L : 全スパン (cm)  
 ΔP : 積載荷重 (kg)  
 ΔyL : 支点間中央における ΔP に対する  
 たわみ (cm)  
 Δyℓ : 中央1/3区間における長さ ℓ に対  
 して、ΔP 積載によって生じたた  
 わみ (cm)  
 b : 材の幅 (cm)  
 h : 材の厚り (cm)

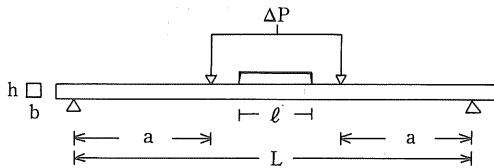


図-2 実大材の曲げ試験図

5. 気乾時における製材品の外観特性調査

天然乾燥により気乾状態に達した供試材について、繊維傾斜、含水率、割れ、ねじれ、曲りについて調査した後、さらに人工乾燥を行い、含水率を約15%に調整した。

6. 実大材の曲げ破壊試験

供試材の含水率を調整した後、三等分点二点荷重方式による実大材の曲げ破壊試験を行った。そして、全スパンの曲げヤング係数 (EL)、中央1/3区間の曲

げヤング係数 (Eℓ)、曲げ比例限度 (σp)、曲げ破壊係数 (σm) を測定した。なお、全スパンは270cm、ヨークスパンは50cm、試験機は万能木材強度試験機 (円井製作所、最大容量10t) を使用した。

計算式<sup>3)</sup>を以下に示した。

$$\text{曲げ比例限度 } (\sigma_p) = \frac{3P_p \cdot a}{bh^2} \quad (\text{kg f/cm}^2) \quad \dots\dots(3)$$

$$\text{曲げ破壊係数 } (\sigma_m) = \frac{3P_m \cdot a}{bh^2} \quad (\text{kg f/cm}^2) \quad \dots\dots(4)$$

- ここに、 Pp : 比例限度荷重 (kg f)  
 Pm : 最大荷重 (kg f)  
 a, b, h : (1), (2)式参照

7. 無欠点小試験体の曲げ解析試験

実大曲げ破壊試験を行った供試材の非破壊部分から、無欠点小試験体 (2.5×2.5×40cm) を採取し、日本工業規格に準拠した静的曲げ試験 (スパン35cm) を行った。

III 結果と考察

この報告では、供試材全数、産地別 (赤来町来島、佐田町反辺、匹見町紙祖、金城町波佐)、地形位置別 (山腹、谷沿い)、採材部位別 (1~3番玉) の順に結果と考察を述べる。

1. 素材の外観特性と品等区分

1) 素材の外観特性

供試素材全数の外観特性を表-3に、各因子の出現頻度と累加頻度を図-3に示した。

平均年輪幅の平均値は4.9mmで、4.0~6.0mmの間に全数の約76%が含まれた。曲り、心材率、細り度の平均値は、それぞれ11.6%、26.3%、1.28cm/mであった。偏心率の元口の平均値は、末口の2倍以上であり、末口、元口ともデータのばらつきが大きかった。

表-3 素材全数の外観特性

		平均年輪幅 (mm)	曲り (%)	心材率 (%)	細り度 (cm/m)	偏 心 率	
						末口 (%)	元口 (%)
全 数 (n=264)	平 均 値	4.9	11.6	26.3	1.28	2.9	6.3
	標 準 偏 差	0.9	6.4	9.9	0.54	2.5	5.6
	変動係数 (%)	18.4	54.8	37.5	42.07	86.1	88.7
	最 大 値	7.8	40.0	53.8	3.41	18.8	25.4
	最 小 値	3.2	0.0	0.7	0.23	0.0	0.0

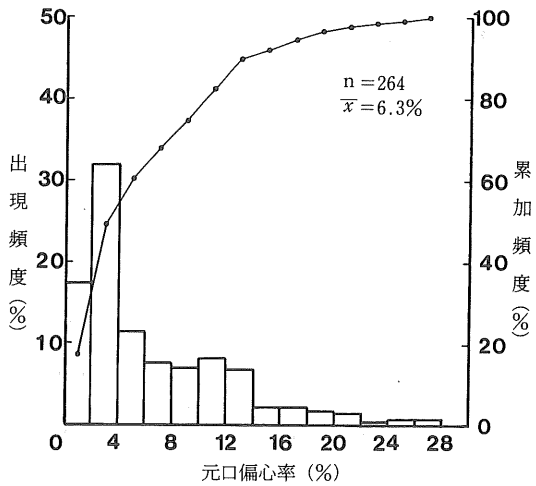
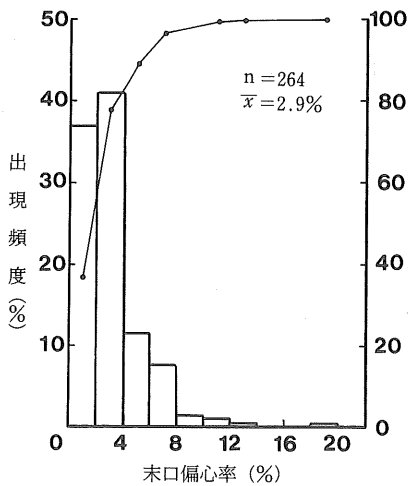
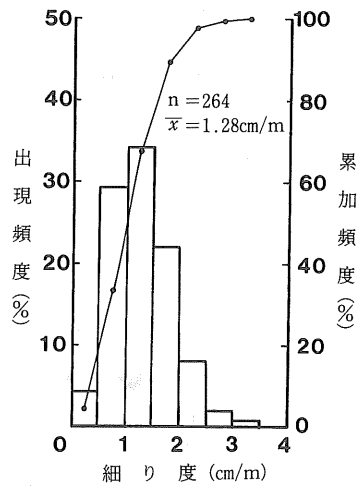
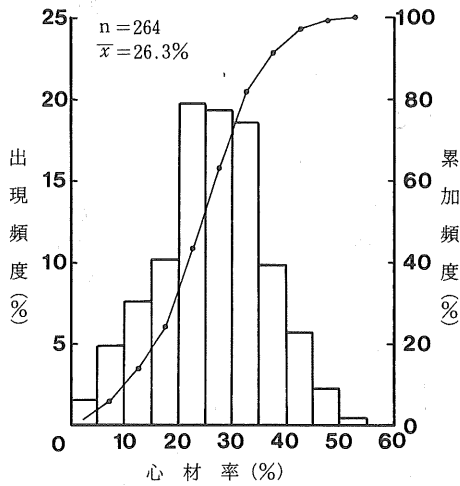
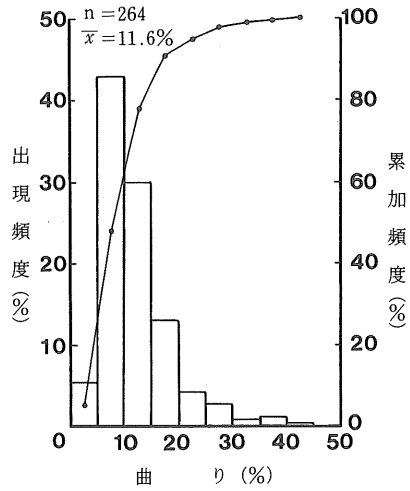
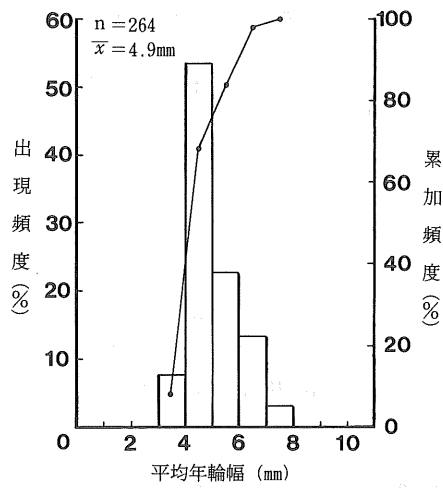


図-3 素材全数の外観特性の出現頻度と累加頻度



産地別の外観特性を表一4に示した。

平均値で比較すると、平均年輪幅では、金城町産材が5.8mmであり、他の産地の素材より0.9~1.6mm大きかった。曲りと心材率では、金城町産材のみ傾向が異なるが、これは3番玉を含むためである。

地形位置別の外観特性を表一5に示した。

曲りでは、谷沿い生育木がやや大きい値を示したが、他の因子では、地形位置による差を認めなかった。

採材部位別の外観特性を表一6に示した。

平均値で比較すると、採材部位の高い素材ほど平均年輪幅が大きく、心材率が小さい傾向が認められた。曲りと細り度は、2番玉が小さかった。

以上、素材の外観特性について、3番玉を含む金城町産材がやや傾向を異にするが、他の産地の材はほぼ同じ形状であることから、28~30年生の林木から得られる標準的な素材であると考えられる。また、各因子の採材部位による差は、林木の生長形態を考慮すると、矛盾のない結果と考える。

表一4 産地別素材の外観特性

産地		平均年輪幅 (mm)	曲り (%)	心材率 (%)	細り度 (cm/m)	偏 心 率	
						末口(%)	元口(%)
赤来町 来島 (n=60)	平均値	4.2	11.9	29.3	1.13	3.8	7.4
	標準偏差	0.5	4.9	7.5	0.58	3.0	6.2
	変動係数(%)	12.0	41.3	25.8	51.09	80.0	84.0
佐田町 反辺 (n=60)	平均値	4.9	9.7	23.2	1.32	2.7	5.3
	標準偏差	0.7	5.6	6.3	0.67	3.0	4.0
	変動係数(%)	13.7	58.0	27.0	51.09	109.8	75.6
匹見町 紙祖 (n=60)	平均値	4.3	9.9	35.9	1.33	2.4	7.8
	標準偏差	0.3	4.2	6.9	0.50	1.9	6.9
	変動係数(%)	6.1	42.7	19.1	40.71	79.3	88.5
金城町 波佐 (n=84)	平均値	5.8	14.1	19.5	1.31	2.8	5.3
	標準偏差	0.8	8.1	8.9	0.37	2.0	4.8
	変動係数(%)	13.6	57.2	45.6	27.47	70.6	91.5

表一5 地形位置別素材の外観特性

地形位置		平均年輪幅 (mm)	曲り (%)	心材率 (%)	細り度 (cm/m)	偏 心 率	
						末口(%)	元口(%)
山腹 (n=135)	平均値	5.0	10.8	27.2	1.29	2.9	6.2
	標準偏差	0.9	6.0	9.4	0.58	2.3	5.2
	変動係数(%)	17.8	55.0	34.5	44.93	79.0	83.5
谷沿い (n=129)	平均値	4.9	12.4	25.4	1.27	2.9	6.5
	標準偏差	0.9	6.7	10.3	0.49	2.7	6.1
	変動係数(%)	19.1	53.8	40.5	38.86	93.3	93.6

表一6 採材部位別素材の外観特性

採材部位		平均年輪幅 (mm)	曲り (%)	心材率 (%)	細り度 (cm/m)	偏 心 率	
						末口(%)	元口(%)
1番玉 (n=118)	平均値	4.6	11.9	31.9	1.63	3.0	10.4
	標準偏差	0.7	6.0	8.2	0.53	2.4	5.8
	変動係数(%)	15.3	50.6	25.7	32.40	80.9	55.9
2番玉 (n=118)	平均値	5.0	10.2	24.3	0.90	2.9	3.2
	標準偏差	0.8	5.0	6.8	0.29	2.8	2.4
	変動係数(%)	16.7	48.7	28.1	31.94	96.0	75.9
3番玉 (n=28)	平均値	6.2	16.9	9.8	1.42	3.0	2.4
	標準偏差	0.9	9.7	4.7	0.30	2.0	1.8
	変動係数(%)	14.0	57.6	48.3	20.83	66.2	73.5

2) 素材の品等区分

供試素材全数の品等区分を表一七に示した。

曲りでは、1等材の出現率が高かったが、節では、2等材の出現率が高く、総合等級では、1等材、2等材、3等材の出現率は、それぞれ33.7%、65.5%、0.8%となった。

産地別の品等区分を表一八に示した。

曲りでは、各産地とも1等材の出現率が高かった。節では、赤来町、金城町産材は1等材の出現率が高いが、これは径級14cm未満の小さな素材が多かったた

めである。総合等級では、各産地とも2等材の出現率が高かった。

地形位置別の品等区分を表一九に示した。

曲りでは、山腹、谷沿いとも1等材の出現率が高く、総合等級では、2等材の出現率が高かった。

採材部位別の品等区分を表一〇に示した。

2番玉は、曲りでは1等材の出現率が高いが、節による格付けの低下が認められた。総合等級では、1、2番玉は2等材の出現率が高く、3番玉は小さな素材のため、1等材の出現率が高くなった。

表一七 素材全数の品等区分

		曲り			節			総合等級		
		1等	2等	3等	1等	2等	3等	1等	2等	3等
全数 (n=264)	本数	167	95	2	123	141	0	89	173	2
	出現率	63.2	36.0	0.8	46.6	53.4	0.0	33.7	65.5	0.8

表一八 産地別素材の品等区分

産地		曲り			節			総合等級		
		1等	2等	3等	1等	2等	3等	1等	2等	3等
赤来町来島 (n=60)	本数	38	22	0	39	21	0	25	35	0
	出現率	63.3	36.7	0.0	65.0	35.0	0.0	41.7	58.3	0.0
佐田町反辺 (n=60)	本数	39	21	0	14	46	0	11	49	0
	出現率	65.0	35.0	0.0	23.3	76.7	0.0	18.3	81.7	0.0
匹見町紙祖 (n=60)	本数	40	20	0	21	39	0	16	44	0
	出現率	66.7	33.3	0.0	35.0	65.0	0.0	26.7	73.3	0.0
金城町波佐 (n=84)	本数	50	32	2	49	35	0	37	45	2
	出現率	59.5	38.1	2.4	58.3	41.7	0.0	44.0	53.6	2.4

表一九 地形位置別素材の品等区分

地形位置		曲り			節			総合等級		
		1等	2等	3等	1等	2等	3等	1等	2等	3等
山腹 (n=135)	本数	94	39	2	74	61	0	57	76	2
	出現率	69.6	28.9	1.5	54.8	45.2	0.0	42.2	56.3	1.5
谷沿い (n=129)	本数	73	56	0	49	80	0	32	97	0
	出現率	56.6	43.4	0.0	38.0	62.0	0.0	24.8	75.2	0.0

表一〇 採材部位別素材の品等区分

採材部位		曲り			節			総合等級		
		1等	2等	3等	1等	2等	3等	1等	2等	3等
1番玉 (n=118)	本数	56	60	2	61	57	0	36	80	2
	出現率	47.5	50.8	1.7	51.7	48.3	0.0	30.5	67.8	1.7
2番玉 (n=118)	本数	89	29	0	35	83	0	32	86	0
	出現率	75.4	24.6	0.0	29.7	70.3	0.0	27.1	72.9	0.0
3番玉 (n=28)	本数	22	6	0	27	1	0	21	7	0
	出現率	78.6	21.4	0.0	96.4	3.6	0.0	75.0	25.0	0.0

## 2. 製材品の外観特性と品等区分

### 1) 製材品の外観特性

製材品全数の外観特性を表-11に、各因子の出現頻度と累加頻度を図-4-1、図-4-2に示した。

この結果を、6県のスギ製材品463体の試験結果をとりまとめた中井<sup>9)</sup>の報告値と、平均値で比較してみる。含水率は、18.8%の報告値に対して15.2%であり、通常、気乾状態と考えられている15±2%にほぼ調整された。比重は、報告値0.40に対して、0.39であり、ほぼ等しかった。平均年輪幅は、報告値4.3mmに対して5.9mmとやや広がった。素材の平均年輪幅

が4.9mmであったことから考えると、素材の比較的年輪幅の狭い辺材部が、製材により除去されたことが伺える。最大節径比の報告値は、中央1/3区間22.2%、全区間24.4%に対して、それぞれ15.7%、18.4%であった。集中節径比の報告値は、中央1/3区間35.8%、全区間42.0%に対して、それぞれ25.7%、32.0%であり、節は小さめであった。節面積比は5.2%で、範囲は0.0%~18.8%であり、6%以下の材が全数の約6割を占めた。繊維傾斜は16.7mm/m、範囲は0.0~52.0mmであり、25mm/m以下の材が全数の約8割を占めた。

表-11 製材品全数の外観特性

		含水率* (%)	比 重	平均年輪幅 (mm)	最大節径比(%)		集中節径比(%)		節面積比 (%)	繊維傾斜 (mm/m)
					中央1/3区間	全区間	中央1/3区間	全区間		
全 数 (n=255)	平 均 値	15.2	0.39	5.9	15.7	18.4	25.7	32.0	5.2	16.7
	標 準 偏 差	1.1	0.03	1.0	4.8	4.4	10.5	9.3	4.0	11.8
	変 動 係 数 (%)	7.2	8.05	17.3	30.5	24.0	40.7	29.1	77.1	70.8
	最 大 値	19.6	0.46	9.3	30.0	31.4	59.0	59.0	18.8	52.0
	最 小 値	12.8	0.32	3.7	0.0	4.3	0.0	7.5	0.0	0.0

\* 含水率は破壊試験時の数値

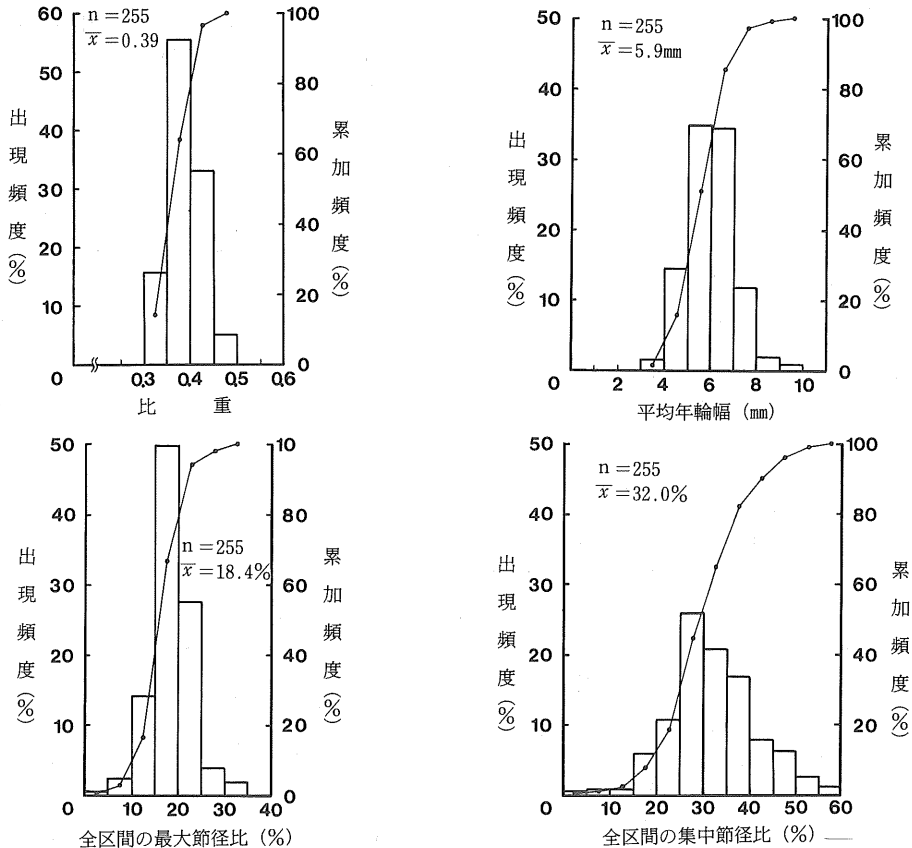


図-4-1 製材品全数の外観特性の出現頻度と累加頻度

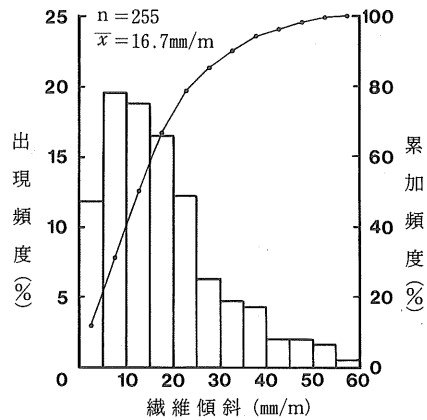
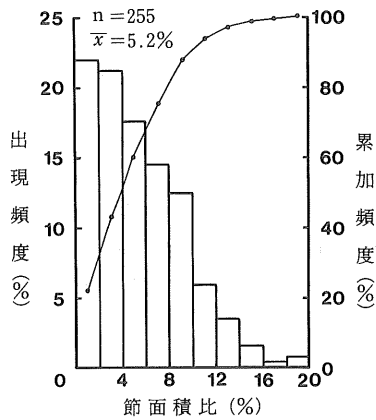


図-4-2 製材品全数の外観特性の出現頻度と累加頻度

産地別の外観特性を表-12に示した。

平均値で比較すると、比重は、産地による差を認めなかった。平均年輪幅は、赤来町、佐田町産材がやや狭かった。節による各因子では、佐田町、匹見町産材がほぼ等しく、赤来町産材がやや小さく、金城町産材がやや大きい値を示した。繊維傾斜は、金城町産材が大きかった。

地形位置別の外観特性を表-13に示した。

平均値で比較してみると、含水率、比重はほぼ等しいが、これ以外の因子では、谷沿い生育木がやや大

きい値を示した。

採材部位別の外観特性を表-14に示した。

平均値で比較すると、比重は、部位により差を認めなかったが、平均年輪幅と節に関する各因子は、部位が上昇すると、増加する傾向が認められた。

以上、製材品の外観特性については、節に関する因子において、ほぼ同じ胸高直径の林木から採取した供試材であるが、生育環境により、材面への節の発生状況に差が認められた。

表-12 産地別製材品の外観特性

産地		含水率 (%)	比重	平均年輪幅 (mm)	最大節径比 (%)		集中節径比 (%)		節面積比 (%)	繊維傾斜 (mm/m)
					中央区間	全区間	中央区間	全区間		
赤来町来島 (n=60)	平均値	15.3	0.39	5.3	13.6	16.6	21.2	28.7	3.0	17.7
	標準偏差	0.9	0.03	0.8	6.2	4.9	13.8	11.5	2.8	11.3
	変動係数 (%)	5.9	7.58	14.4	45.7	29.8	65.0	40.0	93.1	64.0
佐田町反辺 (n=60)	平均値	15.5	0.40	5.7	15.5	18.4	27.1	32.9	5.7	13.6
	標準偏差	0.8	0.03	1.0	3.8	3.7	9.1	8.3	4.6	10.3
	変動係数 (%)	5.4	7.32	18.6	24.3	19.9	33.8	25.1	79.6	76.2
匹見町紙祖 (n=60)	平均値	14.7	0.38	6.3	15.9	18.7	26.4	33.3	5.7	13.6
	標準偏差	1.4	0.03	0.9	4.3	4.5	8.6	8.8	4.5	9.8
	変動係数 (%)	9.6	7.80	14.6	27.0	23.9	32.5	26.5	78.2	72.0
金城町波佐 (n=75)	平均値	15.2	0.38	6.3	17.2	19.5	27.5	32.9	6.2	21.0
	標準偏差	1.0	0.03	0.9	3.9	4.1	8.8	8.0	3.4	13.5
	変動係数 (%)	6.8	8.27	15.0	22.7	20.9	31.8	24.4	54.3	64.3

表-13 地形位置別製材品の外観特性

地形位置		含水率 (%)	比重	平均年輪幅 (mm)	最大節径比 (%)		集中節径比 (%)		節面積比 (%)	繊維傾斜 (mm/m)
					中央区間	全区間	中央区間	全区間		
山腹 (n=132)	平均値	15.1	0.39	5.7	15.3	17.8	25.0	30.8	5.0	15.9
	標準偏差	1.0	0.03	0.9	4.5	4.4	9.6	9.1	4.0	11.4
	変動係数 (%)	6.8	8.40	15.6	29.3	24.6	38.5	29.6	79.6	72.0
谷沿い (n=123)	平均値	15.2	0.39	6.1	16.0	19.0	26.4	33.4	5.4	17.6
	標準偏差	1.2	0.03	1.1	5.0	4.4	11.3	9.4	4.0	12.2
	変動係数 (%)	7.7	7.68	18.2	31.5	23.1	42.8	28.2	74.7	69.5

表—14 採材部位別製材品の外観特性

採材部位		含水率 (%)	比 重	平均年輪幅 (mm)	最大節径比 (%)		集中節径比 (%)		節面積比 (%)	繊維傾斜 (mm/m)
					中央1/2区間	全区間	中央1/2区間	全区間		
1 番 玉 (n=118)	平 均 値	15.9	0.39	5.5	13.2	16.1	20.6	27.0	4.0	15.6
	標 準 偏 差	1.0	0.03	0.9	4.6	3.5	9.5	7.5	3.9	11.0
	変 動 係 数 (%)	6.5	8.47	16.3	35.3	22.0	46.2	27.7	96.2	70.5
2 番 玉 (n=118)	平 均 値	14.5	0.39	6.2	17.5	20.1	30.1	36.3	6.1	17.3
	標 準 偏 差	0.7	0.03	1.0	3.7	4.2	9.4	9.0	3.9	13.0
	変 動 係 数 (%)	5.0	7.73	15.9	21.2	21.0	31.2	24.7	63.8	75.2
3 番 玉 (n=19)	平 均 値	14.6	0.38	6.8	19.5	21.8	30.3	36.4	7.0	20.3
	標 準 偏 差	0.5	0.04	0.6	3.4	3.1	8.0	5.5	3.7	8.5
	変 動 係 数 (%)	3.2	9.25	9.3	17.4	14.3	26.5	15.2	52.1	42.0

2) 製材品の品等区分

製材品全数の品等区分を表—15に示した。

節、丸身とも、特等材の出現率が高かったが、総合等級では、1等材の出現率が高くなり、次いで特等材、2等材の順であった。

産地別の品等区分を表—16に示した。

節では、特等材の出現率が高かったが、丸身では、産地により、出現率の傾向が異なり、総合等級では、1等材が特等材と等しいか、上回る出現率を示した。

地形位置別の品等区分を表—17に示した。

丸身では、地形位置による出現率の差は小さいが、節では、谷沿い生育木の1等材の出現率が、山腹生育木の1等材の出現率より約8%高かった。

採材部位別の品等区分を表—18に示した。

節では、1～3番玉とも特等材の出現率が高かったが、丸身では、2、3番玉で1等材の出現率が高くなった。総合等級では、1番玉は特等材の出現率が高く、2番玉は1等材の出現率が高くなり、3番玉は2等材の出現率が42.1%と高かった。

表—15 製材品全数の品等区分

		節			丸 身			総 合 等 級		
		特等	1等	2等	特等	1等	2等	特等	1等	2等
全 数 (n=255)	本 数	214	41	0	118	113	24	99	132	24
	出現率	83.9	16.1	0.0	46.3	44.3	9.4	38.8	51.8	9.4

表—16 産地別製材品の品等区分

産 地		節			丸 身			総 合 等 級		
		特等	1等	2等	特等	1等	2等	特等	1等	2等
赤来町来島 (n=60)	本 数	54	6	0	24	27	9	24	27	9
	出現率	90.0	10.0	0.0	40.0	45.0	15.0	40.0	45.0	15.0
佐田町反辺 (n=60)	本 数	50	10	0	26	32	2	20	38	2
	出現率	83.3	16.7	0.0	43.4	53.3	3.3	33.3	63.4	3.3
匹見町紙祖 (n=60)	本 数	48	12	0	39	21	0	30	30	0
	出現率	80.0	20.0	0.0	65.0	35.0	0.0	50.0	50.0	0.0
金城町波佐 (n=75)	本 数	62	13	0	29	33	13	25	37	13
	出現率	82.7	17.3	0.0	38.7	44.0	17.3	33.3	49.4	17.3

表—17 地形位置別製材品の品等区分

地 形 位 置		節			丸 身			総 合 等 級		
		特等	1等	2等	特等	1等	2等	特等	1等	2等
山 腹 (n=132)	本 数	116	16	0	65	56	11	58	63	11
	出現率	87.9	12.1	0.0	49.3	42.4	8.3	44.0	47.7	8.3
谷 沿 い (n=123)	本 数	98	25	0	53	57	13	41	69	13
	出現率	79.7	20.3	0.0	43.1	46.3	10.6	33.3	56.1	10.6

表-18 採材部位別製材品の品等区分

採材部位		節			丸身			総合等級		
		特等	1等	2等	特等	1等	2等	特等	1等	2等
1番玉 (n=118)	本数	115	3	0	73	42	3	71	44	3
	出現率	97.5	2.5	0.0	61.9	35.6	2.5	60.2	37.3	2.5
2番玉 (n=118)	本数	85	33	0	44	61	13	29	76	13
	出現率	72.0	28.0	0.0	37.3	51.7	11.0	24.6	64.4	11.0
3番玉 (n=19)	本数	14	5	0	1	10	8	0	11	8
	出現率	73.7	26.3	0.0	5.3	52.6	42.1	0.0	57.9	42.1

3. 生材時の曲げヤング係数

節、丸身および総合等級による品等区分別の生材時曲げヤング係数を表-19に示した。

節による品等区分では、2等材がなかったため、等級間の比較はできないが、特等材と1等材の曲げヤング係数に差は認められなかった。

丸身による品等区分では、等級間の曲げヤング係数の差はほとんど認められなかった。総合等級による品等区分も、丸身と同様の結果であった。

この結果は、錦織ら<sup>5)</sup>、東野ら<sup>6)</sup>の結果とほぼ一致し、製材の日本農林規格による節、丸身についての外観的等級区分と生材時の曲げヤング係数との関連性は認められなかった。

産地別の生材時曲げヤング係数を表-20に示した。

平均値で比較すると、赤来町産材の曲げヤング係数が、佐田町、匹見町産材より約11%高く、金城町産材は逆に佐田・匹見町産材より約9%低かった。

この結果は、表-12産地別の平均年輪幅、節の各因子の値と同様な傾向を示したことから、供試材の曲げヤング係数に、繊維傾斜も含めたこれらの因子が複合的に影響しあって、産地差を生じさせるのではないかと考えられる。

地形位置別の生材時曲げヤング係数を表-21に示した。

平均値で比較すると、山腹生育木の曲げヤング係数が、谷沿い生育木のそれよりやや高い値を示した。

この結果は、表-13地形位置別の平均年輪幅、節の各因子、繊維傾斜とほぼ同様な傾向を示した。従って、同じ林分であっても、地形位置が異なれば生育状態にも差が生じて、曲げヤング係数や、これに影響を与える欠点の発生状況が異なってくると考えられる。

採材部位別（全数、金城町産材）の生材時曲げヤング係数を表-22、表-23に示した。

全数の結果を平均値で見ると、1番玉と2番玉の曲げヤング係数に差が認められた。3番玉が少なかつたため、単純に比較はできないが、2番玉と3番玉との差はわずかであった。

金城町産材の結果を平均値でみると、1番玉より2番玉の曲げヤング係数が高かった。2番玉と3番玉の差はわずかであった。

中谷ら<sup>7)</sup>は、樹幹ヤング係数（丸太のヤング係数）を、樹齢25年では、胸高部で30tonf/cm<sup>2</sup>、樹高の3~8割部で52tonf/cm<sup>2</sup>、以後低下し、9割部位で30tonf/cm<sup>2</sup>であると報告している。すなわち、丸太のヤング係数は、根元と梢端部で低く、その中間で安定した値をとる傾向<sup>8)</sup>があることから、製材品においても、1番玉より2、3番玉が安定した高い曲げヤング係数を示すことが説明できる。

表-19 等級別の生材時曲げヤング係数

		節			丸身			総合等級			全数
		特等	1等	2等	特等	1等	2等	特等	1等	2等	
本数	214	41	0	118	112	24	99	132	24	255	
平均値 (tonf/cm <sup>2</sup> )	61.7	61.1	0.0	61.6	61.3	63.0	61.9	61.3	63.0	61.6	
標準偏差	12.7	11.5	0.0	12.1	12.6	14.4	12.2	12.5	14.4	12.5	
変動係数(%)	20.5	18.8	0.0	19.6	20.5	22.8	19.7	20.4	22.8	20.2	

表-20 産地別の生材時曲げヤング係数

	赤来町来島	佐田町反辺	匹見町紙祖	金城町波佐
本数	60	60	60	75
平均値 (tonf/cm <sup>2</sup> )	68.2	61.9	61.4	56.1
標準偏差	12.9	10.5	11.2	12.1
変動係数(%)	18.9	17.0	18.2	21.6

表-21 地形位置別の生材時曲げヤング係数

	山 腹	谷 沿 い
本 数	132	123
平均値 (tonf/cm <sup>2</sup> )	63.1	60.0
標 準 偏 差	12.9	11.8
変 動 係 数 (%)	20.5	19.7

表-22 採材部位別 (全数) の生材時曲げヤング係数

	1 番 玉	2 番 玉	3 番 玉
本 数	118	118	19
平均値 (tonf/cm <sup>2</sup> )	59.7	63.5	61.6
標 準 偏 差	13.1	11.9	11.0
変 動 係 数 (%)	21.9	18.7	17.9

表-23 採材部位別 (金城町産材) の生材時曲げヤング係数

	1 番 玉	2 番 玉	3 番 玉
本 数	28	28	19
平均値 (tonf/cm <sup>2</sup> )	49.7	58.8	61.6
標 準 偏 差	10.3	12.0	11.0
変 動 係 数 (%)	20.6	20.3	17.9

#### 4. 乾燥による曲げヤング係数の変化

供試材全数255本の生材時と破壊試験時の曲げヤング係数の出現頻度と累加頻度を図-5に示した。

生材時と破壊試験時の曲げヤング係数は、平均値でそれぞれ61.6tonf/cm<sup>2</sup>、64.1tonf/cm<sup>2</sup>であった。

生材時に対する破壊試験時の曲げヤング係数の比を表-24に示した。破壊試験時の曲げヤング係数は、生材時の1.042倍となり、乾燥により増加する傾向が認められた。林野庁のメニュー課題の報告<sup>9)</sup>にも同様の傾向が認められている。しかし、繊維飽和点を28%と仮定して、含水率1%あたりの曲げヤング係数の変化を算出すると、0.33%となり、無欠点小試験体の試験結果から言われている2.0%<sup>9)</sup>の値よりかなり低かった。東野ら<sup>9)</sup>も報告しているが、実大材のこのような傾向は、節、繊維傾斜などの欠点を含んでいるためであると考えられる。

なお、乾燥による形質変化についての報告は、別稿とする。

表-24 曲げヤング係数の変化

比	破 壊 試 験 時
	生 材 時
平 均	1.042
範 囲	0.862 ~ 1.203
標 準 偏 差	0.051

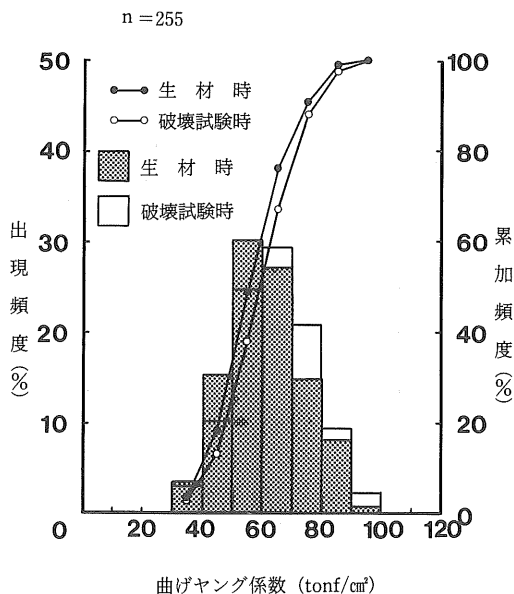


図-5 生材時と破壊試験時の曲げヤング係数の出現頻度と累加頻度

### 5. 実大材の曲げ破壊試験

以下の式<sup>9)</sup>を用いて、曲げヤング係数(スパン-梁せい比2l, 等分布荷重条件における全スパンたわみからの値に換算), 曲げ破壊係数および比重を, 含水率15%時の値に換算した。

$$MOE = E \{1.101582(1 + \phi) / (1.44 - 0.02MC)\}$$

ここに、MOE：曲げヤング係数 (換算値)  
 E：曲げヤング係数 (実測値)  
 MC：含水率 (%)  
 $\phi = 38.4 \times \{h^2 / (2L^2 + 2SL - S^2)\}$   
 h：梁せい  
 L：スパン  
 S：荷重点間距離

$$MOR = S_{max} \{1.2505 / (1.75 - 0.0333MC)\}$$

ここに、MOR：曲げ破壊係数 (換算値)  
 S<sub>max</sub>：曲げ破壊係数 (実測値)

$$r_{15} = \frac{(1 + \alpha_T \cdot MC / 100)(1 + \alpha_R \cdot MC / 100) \cdot 1.15 \cdot r_U}{(1 + 0.15\alpha_T)(1 + 0.15\alpha_R)(1 + MC / 100)}$$

ここに、r<sub>15</sub>：含水率15%時の比重 (換算値)  
 r<sub>U</sub>：含水率U%時の比重 (実測値)  
 $\alpha_T = 0.25$   
 $\alpha_R = 0.10$

実大材全数の曲げ破壊試験結果を表-25に、曲げヤング係数と曲げ破壊係数の出現頻度、累加頻度を図-6、図-7にそれぞれ示した。

曲げヤング係数の平均値は、全区間で63.6tonf/cm<sup>2</sup>、範囲は32.6~95.9tonf/cm<sup>2</sup>であった。木構造設計規準<sup>10)</sup>に示されているスギ普通構造材のヤング係数70tonf/cm<sup>2</sup>未満の材が全数の約68%を占め、上級構造材のヤング係数80tonf/cm<sup>2</sup>以上の材は約11%であった。

曲げ破壊係数の平均値は364kg f/cm<sup>2</sup>、範囲は134~556kg f/cm<sup>2</sup>であった。信頼水準95%の下限5%値(平均値-1.645×標準偏差)は255kg f/cm<sup>2</sup>で、建築基準法施行令第95条に規定されている材料強度値225kg f/cm<sup>2</sup>を十分満足していた。

曲げ比例限度に対する曲げ破壊係数の比( $\sigma_p / \sigma_m$ )は、平均値で0.68であり、無欠点小試験体で従来言われている曲げ破壊係数の2/3とほぼ同じであった。

表-25 実大材全数の曲げ破壊試験結果

	比 重 S・G	曲げヤング係数		曲 げ 比例限度 $\sigma_p$ (kg f/cm <sup>2</sup> )	曲 げ 破壊係数 $\sigma_m$ (kg f/cm <sup>2</sup> )	$\sigma_p / \sigma_m$	$\sigma_m / EL$	
		中央値区間 E <sub>ℓ</sub> (tonf/cm <sup>2</sup> )	全区間 E <sub>L</sub> (tonf/cm <sup>2</sup> )					
		全 数 (n=255)	平均 値					0.39
	標準 偏差	0.03	14.4	12.8	50.4	66.6	0.10	0.0009
	変動 係数(%)	8.00	21.8	20.1	20.4	18.3	15.2	14.8
	最 大 値	0.46	104.1	95.9	358	556	0.97	0.0089
	最 小 値	0.32	31.5	32.6	99	134	0.28	0.0034

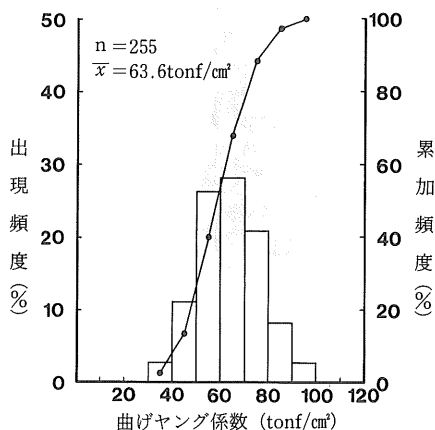


図-6 曲げヤング係数の出現頻度と累加頻度

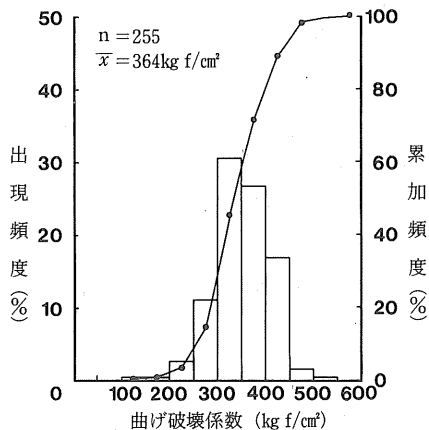


図-7 曲げ破壊係数の出現頻度と累加頻度



等級別の曲げ破壊試験結果を表-26に、曲げヤング係数と曲げ破壊係数の等級別正規化順位曲線を図-8、図-9に示した。

曲げヤング係数については、等級による差は認められなかった。曲げ破壊係数については、等級が下がるにつれて、平均値でわずかに低下が認められた。

表-26 等級別の曲げ破壊試験結果

等級		曲げヤング係数		曲げ比例限度 $\sigma_p$ (kg f/cm <sup>2</sup> )	曲げ破壊係数 $\sigma_m$ (kg f/cm <sup>2</sup> )
		中央1/3区間 E <sub>l</sub> (tonf/cm <sup>2</sup> )	全 区 間 EL (tonf/cm <sup>2</sup> )		
特 等 (n=99)	平 均 値	67.9	64.3	253	370
	標 準 偏 差	14.7	12.4	52.7	69.1
	変 動 係 数(%)	21.7	19.3	20.8	18.7
1 等 (n=132)	平 均 値	65.7	63.3	244	363
	標 準 偏 差	14.0	12.8	48.4	64.9
	変 動 係 数(%)	21.3	20.2	19.8	17.9
2 等 (n=24)	平 均 値	63.4	63.3	238	348
	標 準 偏 差	15.3	14.7	50.1	66.0
	変 動 係 数(%)	24.2	23.2	21.1	18.9

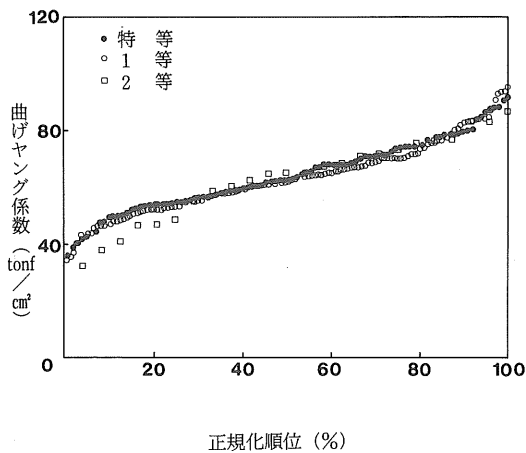


図-8 曲げヤング係数の等級別正規化順位曲線

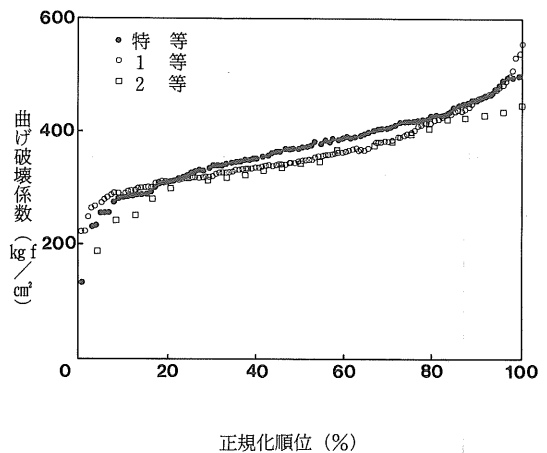


図-9 曲げ破壊係数の等級別正規化順位曲線

産地別の曲げ破壊試験結果を表-27に、曲げヤング係数と曲げ破壊係数の産地別正規化順位曲線を図-10、図-11に示した。

曲げヤング係数は、表-20生材時の曲げヤング係数と同様で、赤来町産材がやや高く、佐田町、匹見

町産材が同程度、金城町産材がやや低い傾向を示した。曲げ破壊係数は、佐田町、赤来町産材がやや高く、匹見町、金城町産材がやや低い結果であった。

また、各産地の  $\sigma_p/\sigma_m$  はそれぞれ、0.68、0.68、0.78、0.61で、産地による特徴とも考えられる。

表-27 産地別の曲げ破壊試験結果

産地		曲げヤング係数		曲げ比例限度 $\sigma_p$ (kg f/cm <sup>2</sup> )	曲げ破壊係数 $\sigma_m$ (kg f/cm <sup>2</sup> )
		中央区間 E <sub>ℓ</sub> (tonf/cm <sup>2</sup> )	全 区 間 EL (tonf/cm <sup>2</sup> )		
赤来町来島 (n=60)	平均値	69.3	68.2	257	381
	標準偏差	14.2	12.8	40.8	70.8
	変動係数(%)	20.5	18.7	15.9	18.6
佐田町反辺 (n=60)	平均値	69.5	65.3	262	390
	標準偏差	12.8	11.1	35.7	64.4
	変動係数(%)	18.4	17.0	13.6	16.5
匹見町紙祖 (n=60)	平均値	68.8	64.3	272	348
	標準偏差	13.3	11.5	45.8	62.4
	変動係数(%)	19.3	17.9	16.9	17.9
金城町波佐 (n=75)	平均値	59.3	58.0	208	343
	標準偏差	14.6	13.2	48.9	58.1
	変動係数(%)	24.6	22.7	23.5	16.9

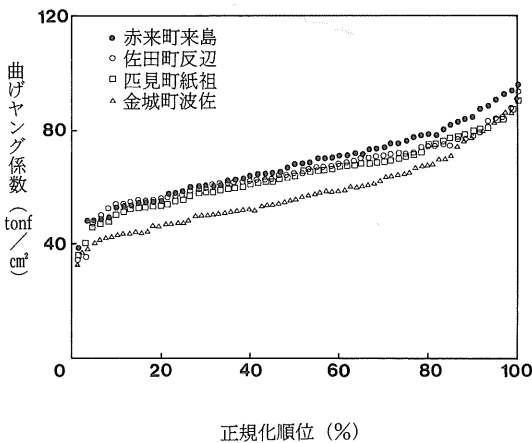


図-10 曲げヤング係数の産地別正規化順位曲線

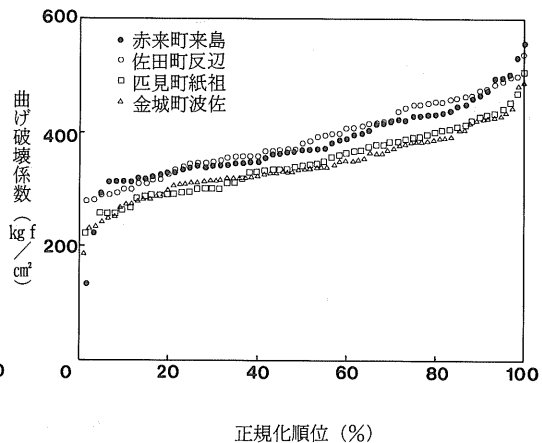


図-11 曲げ破壊係数の産地別正規化順位曲線

地形位置別の曲げ破壊試験結果を表-28に、曲げヤング係数と曲げ破壊係数の地形位置別正規化順位曲線を図-12、図-13に示した。

曲げヤング係数、曲げ破壊係数とも、山腹生育木が高かった。この結果は、表-22生材時の曲げヤン

グ係数と同様な結果であり、また、表-13の平均年輪幅、節の各因子、繊維傾斜との関連性も認められることから、同一林分であっても、地形位置により生育状態に差が生じた場合は、欠点の発生状況も異なり、強度差も生じ得ると考えられる。

表-28 地形位置別の曲げ破壊試験結果

地形位置		曲げヤング係数		曲げ比例限度 $\sigma_p$ (kg f/cm <sup>2</sup> )	曲げ破壊係数 $\sigma_m$ (kg f/cm <sup>2</sup> )
		中央1/3区間 E <sub>ℓ</sub> (tonf/cm <sup>2</sup> )	全 区 間 EL (tonf/cm <sup>2</sup> )		
山 腹 (n=132)	平 均 値	68.3	65.3	252	371
	標 準 偏 差	15.3	13.4	55.8	71.1
	変 動 係 数(%)	24.4	20.5	22.1	19.1
谷 沿 い (n=123)	平 均 値	64.0	61.7	242	356
	標 準 偏 差	13.2	11.8	43.4	60.8
	変 動 係 数(%)	20.6	19.1	18.0	17.1

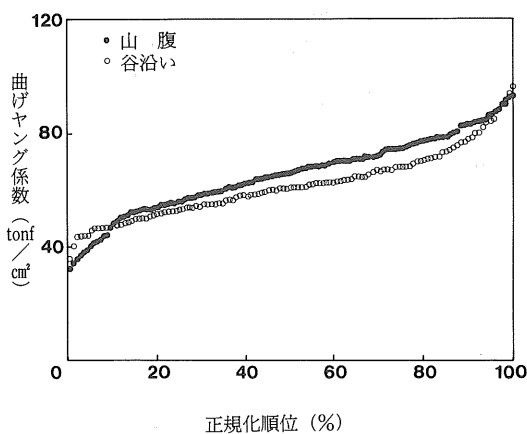


図-12 曲げヤング係数の地形位置別正規化順位曲線

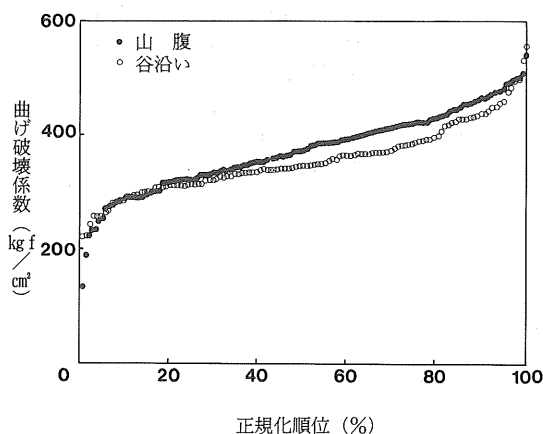


図-13 曲げ破壊係数の地形位置別正規化順位曲線

採材部位別の曲げ破壊試験結果を表-29に、曲げヤング係数と曲げ破壊係数の正規化順位曲線を図-14、図-15に示した。また、金城町産材の採材部位別の試験結果を表-30に示した。

曲げヤング係数は、表-29の供試材全数では明確でないが、表-30の金城町産材の結果を見ると、表-22生材時の曲げヤング係数の結果と同様で、1番玉で低く、2番玉、3番玉で安定した値を示した。

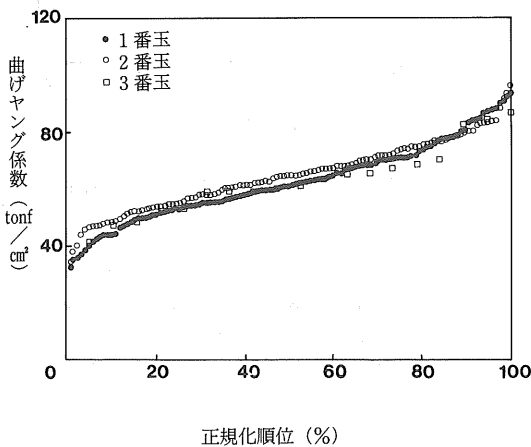
供試材全数の曲げ破壊係数の平均値は、1～3番玉で、それぞれ371kg f/cm<sup>2</sup>、358kg f/cm<sup>2</sup>、362kg f/cm<sup>2</sup>となった。2、3番玉で、ヤング係数は上昇しても、欠点が増加するため、曲げ破壊係数の採材部位による差は明確に現れないと考えられる。

表一29 採材部位別（全数）の曲げ破壊試験結果

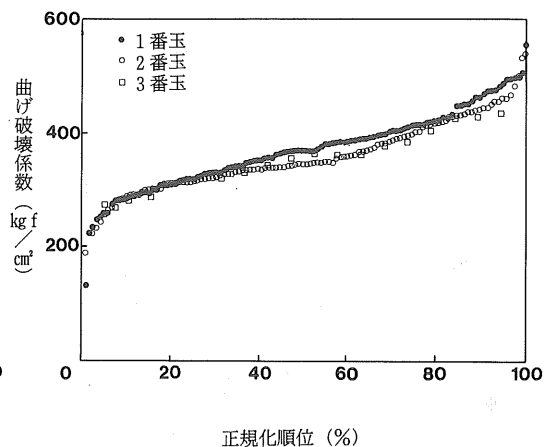
採材部位		曲げヤング係数		曲げ比例限度	曲げ破壊係数
		中央1/3区間	全 区 間		
		$E \ell$ (tonf/cm <sup>2</sup> )	EL (tonf/cm <sup>2</sup> )	$\sigma_p$ (kg f/cm <sup>2</sup> )	$\sigma_m$ (kg f/cm <sup>2</sup> )
1 番 玉 (n=118)	平 均 値	66.3	62.6	248	371
	標 準 偏 差	15.5	13.6	58.3	70.2
	変 動 係 数 (%)	23.4	21.7	23.6	18.9
2 番 玉 (n=118)	平 均 値	66.7	64.8	249	358
	標 準 偏 差	13.8	12.0	43.9	64.2
	変 動 係 数 (%)	20.6	18.5	17.6	17.9
3 番 玉 (n=19)	平 均 値	63.4	62.8	235	362
	標 準 偏 差	11.7	12.2	32.9	57.7
	変 動 係 数 (%)	18.5	19.5	14.0	16.0

表一30 採材部位別（金城町産材）の曲げ破壊試験結果

採材部位		曲げヤング係数		曲げ比例限度	曲げ破壊係数
		中央1/3区間	全 区 間		
		$E \ell$ (tonf/cm <sup>2</sup> )	EL (tonf/cm <sup>2</sup> )	$\sigma_p$ (kg f/cm <sup>2</sup> )	$\sigma_m$ (kg f/cm <sup>2</sup> )
1 番 玉 (n=28)	平 均 値	55.2	53.0	185	333
	標 準 偏 差	14.6	12.4	44.3	50.0
	変 動 係 数 (%)	26.4	23.5	24.0	15.0
2 番 玉 (n=28)	平 均 値	60.5	59.8	212	340
	標 準 偏 差	15.7	13.2	52.5	64.6
	変 動 係 数 (%)	25.9	22.1	24.7	19.0
3 番 玉 (n=19)	平 均 値	63.4	62.8	235	362
	標 準 偏 差	11.7	12.2	32.9	57.7
	変 動 係 数 (%)	18.5	19.5	14.0	16.0



図一14 曲げヤング係数の採材部位別正規順位曲線



図一15 曲げ破壊係数の採材部位別正規順位曲線

6. 単回帰分析による強度性能の推定

外観特性と強度性能の単相関係数を表-31に示した。

曲げ破壊係数と相関の高い因子は、破壊試験時の曲げヤング係数 ( $r=0.750$ )、生材時の曲げヤング係数 ( $r=0.724$ )、比重 ( $r=0.669$ ) であった。

生材時と破壊試験時の曲げヤング係数の関係を図-16に、破壊試験時の曲げヤング係数と曲げ破壊係

数の関係を図-17に、生材時の曲げヤング係数と曲げ破壊係数の関係を図-18に示した。

生材時と破壊試験時の曲げヤング係数の相関係数は、 $r=0.965$ と高く、図-17と図-18の回帰直線の勾配、定数とも非常に近い値をとっていることから、中井ら<sup>11)</sup>が報告しているように、生材時の曲げヤング係数から、曲げ破壊係数を実用的に推定できることが明らかである。

表-31 外観特性と強度性能の相関係数

	材せい	比重	平均年輪幅	繊維傾斜	最大節径比	集中節径比	節面積比	曲げヤング係数 (生材時)	曲げヤング係数 (破壊試験時)	曲げ破壊係数
材 せ い	1.000	0.018	-0.243*	-0.155	-0.429*	-0.399*	-0.152	-0.068	0.005	0.096
比 重		1.000	-0.282*	0.044	-0.015	-0.060	0.096	0.469*	0.483*	0.669*
平均年輪幅			1.000	0.075	0.353*	0.318*	0.229*	-0.235*	-0.242*	-0.344*
繊維傾斜				1.000	0.135	0.055	0.106	-0.125	-0.158	-0.074
最大節径比					1.000	0.735*	0.366*	0.179*	-0.206*	-0.243*
集中節径比						1.000	0.338*	-0.121	-0.145	-0.213*
節面積比							1.000	-0.146	-0.134	-0.180*
曲げヤング係数 (生材時)								1.000	0.965*	0.724*
曲げヤング係数 (破壊試験時)									1.000	0.750*
曲げ破壊係数										1.000

\*:有意水準1%

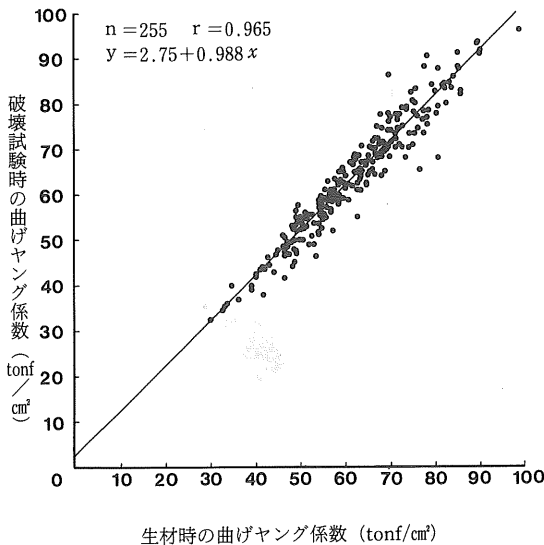


図-16 生材時と破壊試験時の曲げヤング係数の関係

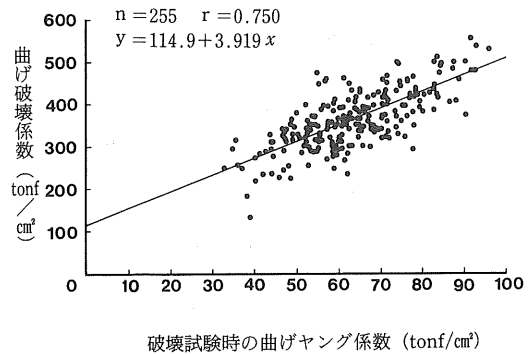


図-17 破壊試験時の曲げヤング係数と曲げ破壊係数の関係

## 7. 重回帰分析による強度性能の推定

より高い精度で強度性能を推定するために、重回帰分析法<sup>12)</sup>により最良回帰式を求めた。曲げ破壊係数を目的変数として、説明変数は材せい、比重、平均年輪幅、繊維傾斜、節径比(最大と集中)、曲げヤング係数(破壊試験時または生材時)の7因子とした。得られた最良回帰式を表-32に示した。

曲げ破壊係数を推定するのに最も有効な因子は曲げヤング係数であり(モデル1, 2)、次いで比重、最大節径比である。曲げヤング係数を因子から除くと、比重と最大節径比により推定が可能である(モデル3)が、推定精度は、曲げヤング係数単独の場合よりも低下する。

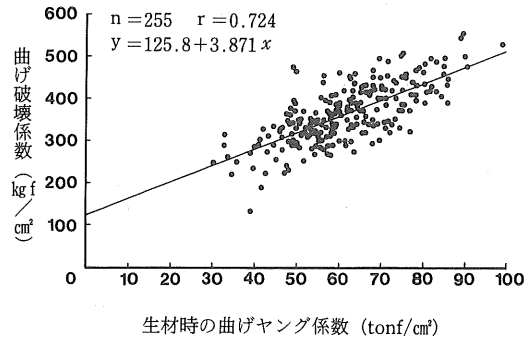


図-18 生材時のヤング係数と曲げ破壊係数の関係

表-32 重回帰分析結果

モデル	説明変数	偏回帰係数	t 値	F 値	重相関係数 R	標準誤差 $\sqrt{Ve}$
1	曲げヤング係数 (破壊時)	2.73	12.954	=197.04*	= 0.838*	36.6
	比 重	893.44	10.496			
	最大節径比	- 1.96	-3.660			
	定 数	-119.34				
2	曲げヤング係数 (生材時)	2.64	12.052	=181.93*	= 0.828*	37.6
	比 重	938.42	10.830			
	最大節径比	- 2.25	-4.118			
	定 数	-119.84				
3	比 重	1433.95	14.992	=127.36*	= 0.709*	47.2
	最大節径比	- 3.53	-5.253			
	定 数	-125.72				

\*:有意水準1%

## 8. 無欠点小試験体の曲げ解析試験

無欠点小試験体の曲げ試験結果を表-33に、実大材の値に対する無欠点小試験体の値の比を表-34に示した。

比重の平均値は0.36で、実大材の値より7%低かった。これは、実大材が比重の大きい節を多数含んでいるためであると考ええる。

平均年輪幅の平均値は5.7mmで、実大材の値より6%低かった。これは、実大材が年輪幅の広い未成熟材部を含むためであると考ええる。

曲げヤング係数の平均値は64.8tonf/cm<sup>2</sup>で、実大材との比は1.01であった。従って、節などの欠点因子の曲げヤング係数への影響は、比較的小さいと考える。

曲げ比例限度、曲げ破壊係数の平均値は、それぞれ393kg f/cm<sup>2</sup>、567kg f/cm<sup>2</sup>で、実大材との比は0.63、0.64であった。曲げ比例限度に対する曲げ破壊係数の比は、平均値で0.69となり、従来から言われてい

る曲げ破壊係数の2/3の値とほぼ同じ結果であった。なお、無欠点小試験体と実大材の曲げ破壊係数の関係を図-19に示した。相関係数は、r=0.74であった。

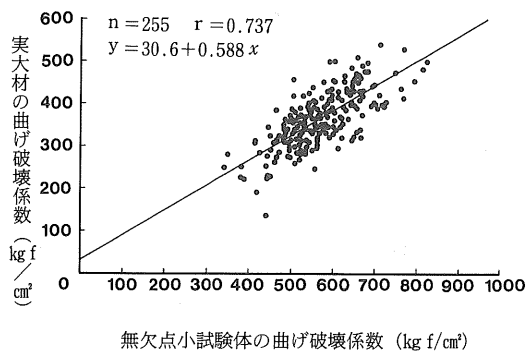


図-19 無欠点小試験体と実大材の曲げ破壊係数の関係

表—33 無欠点小試験体の曲げ試験結果

	比 重	平均年輪幅 (mm)	曲げヤング係数 (tonf/cm <sup>2</sup> )	曲げ比例限度 (kg f/cm <sup>2</sup> )	曲げ破壊係数 (kg f/cm <sup>2</sup> )
全 数 (n=744)	平均 値	0.36	5.7	64.6	393
	標準 偏差	0.04	1.5	18.0	68.1
	変動係数(%)	10.84	26.8	27.8	17.3
	最大 値	0.50	12.8	120.7	616
	最小 値	0.26	2.4	25.7	211

表—34 実大材に対する無欠点小試験体の比

	比 重	平均年輪幅 (mm)	曲げヤング係数 (tonf/cm <sup>2</sup> )	曲げ比例限度 (kg f/cm <sup>2</sup> )	曲げ破壊係数 (kg f/cm <sup>2</sup> )
	平均 値	1.07	1.06	1.01	0.63
	標準 偏差	0.05	0.20	0.15	0.10
	変動係数(%)	4.9	18.6	14.9	16.5

#### IV お わ り に

以上の結果から、県産スギ造林木から得られた正角材は、建築基準法施行令に規定されている材料強度値を十分満足しており、建築用構造材としての使用に問題はないと考える。

しかし、曲げヤング係数のやや低い材が多いことから、変形を重視する構造物への使用に際しては、あらかじめ、非破壊的に曲げヤング係数を測定し、設計に適した材料を選択することが望ましい。

将来的には、機械と目視を合わせた等級区分システムを確立し、普及することで、合理的な木材利用につながるものと考えている。

また、産地、地形位置、採材部位といった因子によっても、強度性能が変化しうることが認められたことから、一層のデータの蓄積により、利用まで考慮に入れた造林、保育等が可能であると考えている。

#### 引 用 文 献

- 1) 木材強度・木質構造研究会：構造用木材—強度データの収集と分析，1988
- 2) 中山茂生・錦織 勇・安井 昭：島根県産スギ材の曲げ強度性能。日本木材学会中国・四国支要 1：10～11，1989
- 3) 林野庁：昭和58年度林業試験研究報告書。198，1985
- 4) 中井 孝：国産造林木の材質—スギ正角材の実大曲げ強度—。木材工業39(11)：42～46，1984
- 5) 錦織 勇・中村正樹・勝部理市・安井 昭：構

造用製材の強度性能 (I) ——スギ正角材の曲げ強度——。島根林技研報36：9～17，1985

- 6) 東野 正・中野正志：県産スギ正角材の強度・岩手林試成報21：23～31，1988
- 7) 中谷 浩：嘉戸照夫・長谷川益夫・相浦英春・飯島泰男：林木の冠雪害に関する樹木力学的研究 (第3報) ——強度的性質の樹幹内分布——。富山林技研報 1：25～33，1988
- 8) 木材強度・木質構造研究会：スギ材の構造的利用の方向と問題——徳島県での事例を中心として——。日本木材学会，1988
- 9) 北原覺一：木材物理。東北出版：156，1967
- 10) 日本建築学会：木構造設計規準・同解説：24～25，1973
- 11) 中井 孝・田中俊成：間伐材等小径木の強度性能——曲げ剛性と曲げ破壊係数——。木材工業 39 (5)：29～35，1984
- 12) 飯島泰男・中谷 浩：実大構造用材の曲げ強度性能 (第1報) ——ソ連カラマツおよびベイマツ 10.5cm正角材の曲げ強度性能——。木材と技術 63：1～11，1985

# Strength Properties of Planted Sugi Trees in Shimane Prefecture — Bending Strength of the Square Lumber —

Shigeo NAKAYAMA, Isamu NISHIKÔRI, Takashi Ikebuchi and Akira Yasui

## Summary

1. Bending strength tests were conducted on the square lumbers sawed from planted trees of Sugi (*Cryptomeria japonica*) in Shimane Prefecture. Effects of locality, topographic condition, and bucking part of the trees, and appearance properties of the lumbers on strength properties were estimated.
2. Bending modulus of elasticity was 61.6 ton f/cm<sup>2</sup> on average on the green condition. It was influenced by locality, topographic condition, and bucking part of the trees, but not by the JAS grade of the lumbers.
3. Bending modulus of elasticity was 64.1 ton f/cm<sup>2</sup> on average under bending rupture test, and increased by 1.042 times for the drying.
4. Average and lower confidence limit of bending modulus of rupture calculated in terms of 15 % moisture content were 364 kg f/cm<sup>2</sup> and 255 kg f/cm<sup>2</sup>, respectively. Both values were sufficiently acceptable to the standard in the 95th article of the 'Building Standard Law'. These were influenced by locality and topographic condition of the trees, and the JAS grade of the lumbers, but not by bucking part of the trees.
5. Bending modulus of elasticity calculated in terms of 15 % moisture content was 63.6 ton f/cm<sup>2</sup>. Sixty-eight percent of all lumbers tested was occupied by these in lower value than the recommended value of bending modulus of elasticity in the 'Wood Structural Design Standard'. The modulus was influenced by locality, topographic condition, and bucking part of the trees, but not by the JAS grade of the lumbers.
6. High correlation was shown between bending modulus of elasticity on the green condition, that under bending rupture test, and bending modulus of rupture.
7. According to multiple regression analysis, bending modulus of rupture was inferred from bending modulus of elasticity, specific gravity, and maximum knot ratio.



## 短報 注目した野外でのショウロ子実体生産事例

平 佐 隆 文

### A Few Noticeable Instances of Production of the Fruiting Bodies of Syoro Mushroom (*Rhizopogon rubescens*) in the field

Takafumi HIRASA

#### 要 旨

1. 花崗岩風化土壌を客土したほ場に移植した7年生クロマツの根元に、ショウロ子実体の破砕片懸濁液を注ぎ込んだ。その結果、接種20か月後に、多数の子実体生産を観察した。
2. 2年生クロマツ苗畑で、苗木根系へのショウロ菌根の共生を認め、苗床1㎡当たり15個の子実体が発生した。この苗木を砂を客土したフレームに移植したところ、次年にも子実体生産を観察した。

#### I はじめに

日本海沿岸に位置する島根県は約200kmの海岸線があり、大社町、江津市、浜田市、益田市などでは海岸砂丘地がある。これらの地域では季節風から家屋や耕地を保護するための防風林としてクロマツの植栽が古くは江戸時代からなされ、現在も新植が続けられている。砂丘クロマツ林では若齢時にショウロ (*Rhizopogon rubescens*) が発生することが多く、地元の人々は熊手などを使った「ショウロかき」によって子実体を採取、賞味してきた。現在でも料亭などで珍重されている。

優秀な食用きのこと考えられるショウロを海岸砂丘クロマツ林の育成過程で栽培することはできないかと考え、粉状木炭を利用した増殖技術<sup>2,4)</sup>、菌根の合成試験などを1986年から行ってきた。これまでの島根県内の発生調査では、ショウロは海岸砂丘の30年未満のクロマツ幼・若齢林にしか発生を認めていない。

この度、7～9年生クロマツ4本を花崗岩風化土壌を客土した造成地に移植して、その根元へ子実体の破砕片懸濁液を注ぎ込んだところ、その根圏土壌からショウロ子実体が発生した。また、2年生クロマツ苗畑でショウロ子実体の発生を認め、この自然感染苗を移植したところ、翌年にも子実体が発生した。本稿では、これらの注目すべき野外でのショウロ発生事例について報告する。

この研究は林野庁の研究費助成を得て、国立森林

総合研究所および11府県の林業試験研究機関が共同研究を行った「菌根性食用きのこ栽培技術の開発」の一部である。参加を許された林野庁研究普及課の各位にお礼を申し上げるとともに、ご指導と助言をいただいた森林総合研究所小川眞博士、共同研究の各位に感謝の意を表す。

#### II クロマツ幼齢木での接種による発生事例

##### 1. 試験方法

試験は1981年、島根県林業技術センターの構内に設定した試験区画で行った。この区画は幅15m、長さ10mで面積150㎡、傾斜10°、花崗岩風化土壌を約1mの高さに盛り土をし、側面はコンクリート間知ブロックで囲まれている。1985年3月、構内に自生する7～9年生クロマツ4本を掘り取り、水道水で根洗いをし、試験区画に寄せ植えをした。移植から2年を経過した1987年3月下旬、海岸砂丘林で採取したショウロ子実体約30個を乳鉢で破砕し、無菌水約2000mlを加えて菌体懸濁液を作った。クロマツ樹冠下3か所で表層土壌を約3cm削り取り、子実体破砕片懸濁液を1か所につき約200mlを注ぎ込み、附近の深層土壌で覆土をした(図-1)。その後はクロマツ樹形を庭園樹形になるように、芽つみと枝落しをした。この造成地の深さ10cmでの地中温度を測定した。また、1989年3月、希釈平板法<sup>1)</sup>による土壤微生物量の測定をしたが、海岸砂丘土壌の測定結果<sup>2)</sup>と比較して、糸状菌と細菌の量が1桁少ない条件にあった(表-1)。

## 2. 試験結果

子実体の発生量は表-2 に示したが、発生を最初に認めたのは1988年11月6日であり、その晩秋までには7個体発生し、翌年春期には最も多く19個体、その後は減少した。なお、採取は1988年晩秋は11月上旬の2回、1989年春期は4月上旬～下旬の3回、同年晩秋はなく、1990年春期は4月下旬～5月上旬の2回、同年晩秋は11月上旬の1回であった。また、子実体発生期間の日最低地中温度は7°C～14°Cの間であった。

子実体の発生位置を図-1 に示した。最初の子実体発生位置は子実体破砕片懸濁液を注ぎ込んだ3か所から40cm以内の位置であり、その後周囲に拡大した。

発生した子実体について、近似種であるホンシヨウロ (*Rhizopogon luteolus*) との区別を調査した。その結果、①子実体の表面を手でこすると淡赤褐色に変色する<sup>3)</sup>、②子実体内部は白色、③胞子は座生であった<sup>3)</sup>。したがって、本子実体はシヨウロであることを確認した。

### III クロマツ苗畑での自然発生事例

#### 1. 調査苗畑

1972年に造成された島根県林業技術センターの実験苗畑で調査した。母岩は第3紀の堆積岩であり、

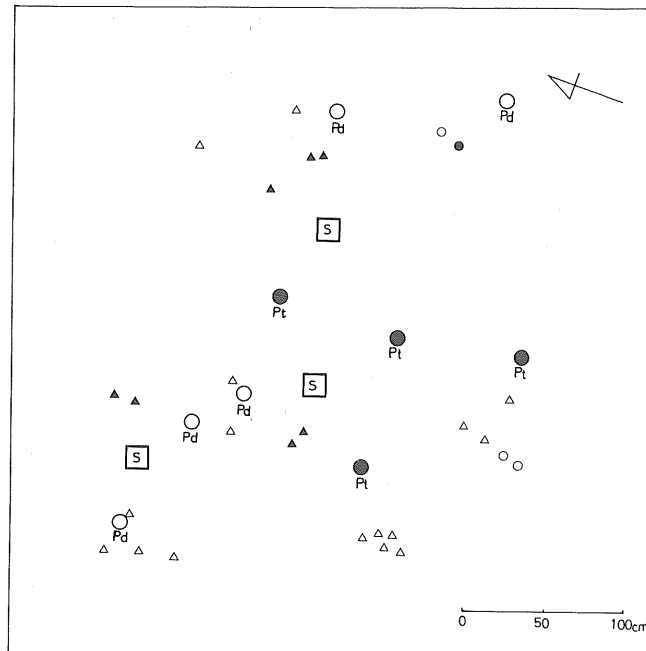
土壌が粘土質であることから、表土には花崗岩風化土壌が客土されている。クロマツ育苗中の苗床は面積230m<sup>2</sup>、傾斜5°、過去3年間、タラノキが育苗されていた。1988年3月に同苗畑に播種され、10月に掘り取り、仮植された。翌年の3月下旬に床替えされた。床替に先立って、新鮮な花崗岩風化土壌が客土され、元肥に稲わら堆肥を150kg/a、鶏糞を10kg/a、コンポストを10kg/a すき込まれた。苗木は約20cmの高さに床上げされ、床幅は1mであった。苗木は1m<sup>2</sup>当たり32本床替えされた(図-2)。床替後の管理は3か月後に追肥を硫酸、塩化カリ、加磷酸石灰が施された。また、月に1～2回、マンネブ剤400倍液、スミチオン1000倍液が散布された。

この苗畑土壌の深さ5～10cmの土壤微生物量を定量化したが、苗畑土壌は造成地に比較して、土壤微生物量が多かった(表-1)。

#### 2. 調査結果

床替約8か月後の1989年11月中旬、シヨウロ子実体  
表-1 苗畑および造成地の土壤微生物量(乾土1g当り)

	土壌 PH	土 壤 含 水 率 %	糸状菌 ×10 <sup>3</sup>	放線菌 ×10 <sup>3</sup>	細菌 ×10 <sup>3</sup>
クロマツ苗畑	6.6	27.5	144	1,395	124×10 <sup>2</sup>
クロマツ造成地	5.6	15.7	18	227	92



S: けんだく液散布場所 Pt: クロマツ Rd: アカマツ  
▲: 1988年秋発生シヨウロ △: 1989年春 ○: 1989年秋 ●: 1990年春

図-1 造成地におけるシヨウロ子実体発生位置

体を発見した。しかし、この時点ではすでにかなり多数の子実体が採取されていた。1990年2月下旬から4月下旬まで、苗畑の1部4m<sup>2</sup>について、子実体の発生位置と発生量を調査した。発生量を表-2に示したが、この調査期間に6回の採取をし、最も発生量が多かったのは4月10日の16個体であった。調査期間を通じての発生量は1m<sup>2</sup>当たり14.5個、39.1gであった。海岸砂丘クロマツ林の平均発生量(1年間の値)が1m<sup>2</sup>当たり約3個、5gであったのに比較してきわめて多かった。

発生位置を図-2に示したが、均一な分布ではなく、苗床両側の苗列に比較的多かった。

春期の子実体発生が終了した後、苗木30本を掘り取り、根元径、苗高および針葉の長さを測定した。それぞれの平均値は12mm、65cmおよび82mmであった。このうち5本について、根の乾重量を測定した結果、1本当たり直径1mm以下の根量は平均3.814gであり、全根量の48%であった。この苗木には白色の菌糸束のある菌根が観察された(写真-8)。また、生物顕微鏡の観察では細根の表皮を菌糸が取りまく菌鞘(Mantle)、皮層細胞間隙に菌糸が網目状に入るハルティッヒネット(Hartignet)が見られた(写真-10)。

#### IV 自然感染苗を移植した場合の発生事例

##### 1. 試験方法

1990年6月中旬、前述のクロマツ苗木を掘り取り、次の試験区画に移植した。コンクリートブロックを縦90cm、横120cm、高さ1mの升状に積んだ区画2槽を連続して作った(以下この区画をフレーム

表-2 ショウロ子実体発生調査結果

発生時期		'88年		'89年		'90年	
		秋	春	秋	春	秋	春
造成地孢子散布	子実体数	個	7	19	0	3	2
	重量	g	14.0	24.8	0	7.6	3.6
	面積16m <sup>2</sup>	平均重量	g/個	2.0	1.3	—	2.5
苗畑2年生クロマツ	子実体数	個	—	—	?	58	—
	重量	g	—	—	?	156.4	—
	面積4m <sup>2</sup>	平均重量	g/個	—	—	?	2.7
感染苗移植 フレーム	子実体数	個	—	—	—	—	17
	重量	g	—	—	—	—	22.8
	面積1.08m <sup>2</sup>	平均重量	g/個	—	—	—	1.3
造成地(油粕)	子実体数	個	—	—	—	—	5
	重量	g	—	—	—	—	9.4
	面積0.75m <sup>2</sup>	平均重量	g/個	—	—	—	1.9
造成地(油粕)	子実体数	個	—	—	—	—	5
	重量	g	—	—	—	—	8.2
	面積0.75m <sup>2</sup>	平均重量	g/個	—	—	—	1.6

と呼ぶ)。フレーム1区画は高さ60cmまで山砂を、その上部30cmには海岸砂丘深層の砂土(以下海砂と呼ぶ)を客土した。もう一方のフレームは粉状木炭を埋込む試験区とし、図-3に示すように、中央部をアゼシートで分轄し、パーク炭と木酢液を添加した粉炭を深さ15~20cmの部分に層状に入れた。表土は海砂を覆土した。移植した苗木本数は海砂区30本、海砂パーク炭区と海砂木酢液添加粉炭区はそれぞれ12本であった。なお、両粉炭区では根洗いをしつけ、その他では苗畑土壌を直径約15cm、深さ約15cmの円筒状に着けた状態であった。

また、前述の造成地で、1区画0.75m<sup>2</sup>の試験区を

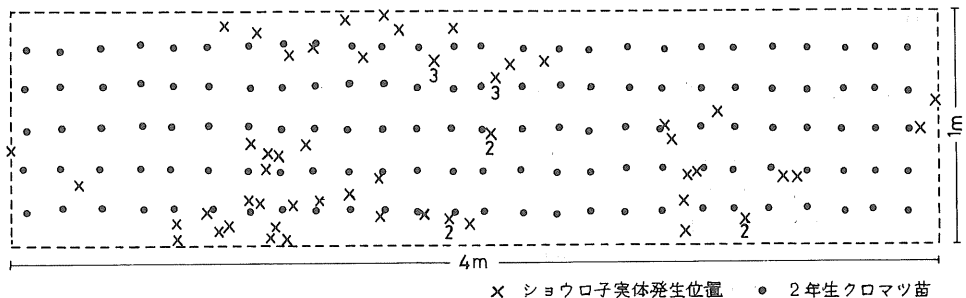


図-2 2年生クロマツ苗畑でのショウロ子実体発生位置

図一5に示すように4区画を作り、高さ約25cmに山砂と海砂を客土した。周囲はアゼシートで土留めをした。有機肥料の効果を調べるために、醗酵油粕を施用した区を設けた。各区には苗畑土壌を保持した状態で12本ずつ移植した。

## 2. 試験結果

移植後5か月を経過した11月上旬、フレームの海砂区と造成地の床植え油粕施肥の2区において、ショウロ子実体の発生を認めた。

発生量を表一2に示したが、1m<sup>2</sup>当たりの発生個体数はフレーム海砂区では15.7個、その他は6.7個であった。なお、粉状木炭の両区と床植えの油粕施肥区以外では発生がなかった。床植えの場合だけを見ると油粕施肥の効果があつたと考えられるが、フレームの海砂区では春期の苗畑の発生個体数と類似しており、施肥をしない場合でも多かつた。

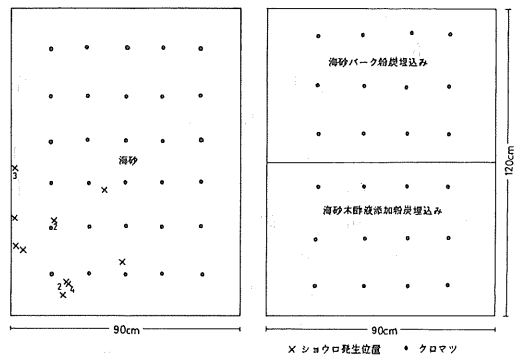
フレームの海砂区、床植えの油粕区の場合とも、子実体の発生位置は局所的に集中した(図一3, 4)。

## V 考 察

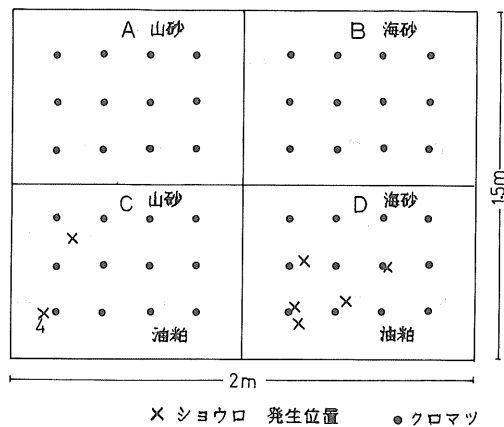
島根県内ではショウロ子実体の発生は海岸砂丘などの砂質な土壌の幼・若齢クロマツ林以外では事例がない。この度の発生事例は子実体破砕片懸濁液を接種した部分での発生、2年生クロマツ苗畑における大量発生および自然感染苗移植による部分的な発生であった。この3事例についての共通した条件として、いずれの場所も、裸地状態に近い日当りの良い環境にあつたこと、土壌は砂質な深層土壌を客土したこと、寄主であるクロマツは幼齢木であつたことなどが注目された。

また、ショウロ菌根がどのようにして形成されたかについては重要な問題である。造成地での子実体破砕片懸濁液を接種した附近から子実体の発生が始まっていることから、菌根形成はこの懸濁液に起因する可能性が強い。2年生クロマツ苗畑での因果関係は不明であるが、観察した苗木は全てショウロ菌根が認められた。そして、土壌に新鮮な砂質なものを使用すれば、自然感染菌を移植した場合でも菌根の生長が可能であることが判明した。

今後、ショウロの人工栽培技術を開発するために、胞子の発芽条件、子実体破砕片懸濁液の接種による菌根形成条件、培養菌糸を使用した菌根合成技術など多くの課題がある。しかし、2年生クロマツ苗木でも、かなりの子実体発生が見られたことから、稚苗を使った菌根合成苗木を利用する方法などが有望と考えられる。



図一3 フレーム内移植感染苗の子実体発生位置



図一4 床植え感染苗の子実体発生位置

## 参 考 文 献

- 1) 土壤微生物研究会編：土壤微生物実験法，pp467 養賢堂，1975
- 2) 平佐隆文：菌根性きのこ・林地栽培の可能性③

- ショウロ，特産情報5：65～67，1988
- 3) 今関六也・本郷次雄編：原色日本新菌類図鑑（II），225～227 保育社 1989
  - 4) 小川 真：作物と土をつなぐ共生微生物，144～147，農山漁村文化協会 1987

## A Few Noticeable Instances of Production of the Fruiting Bodies of Syoro Mushroom (*Rhizopogon rubescens*) in the field

Takafumi HIRASA

### Summary

1. Suspension of mycelical fragments of Syoro mushrooms was drenched to the base of 7-year-old trees of *Pinus thunbergii* transplanted in the soil of weathered granite. Twenty months after the inoculation, an abundant production of the mushrooms was observed in the soil of rhizosphere.
2. In a practical nursery of 2-year-old seedlings *P. thunbergii*, the mycorrhiza of Syoro mushrooms grew with the root system of the seedlings, and the fruiting bodies were produced at the rate of 15 per 1m<sup>2</sup> of the nursery bed. A reproduction of the mushrooms was observed the next year in the sandy plot in which the seedlings had been transplanted.

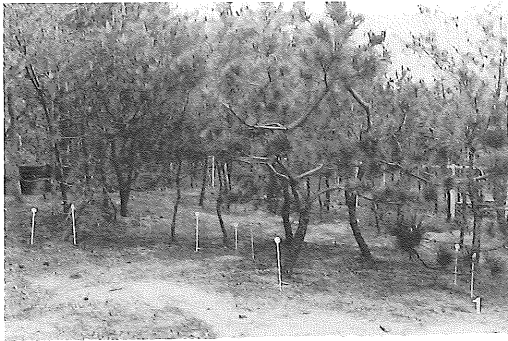
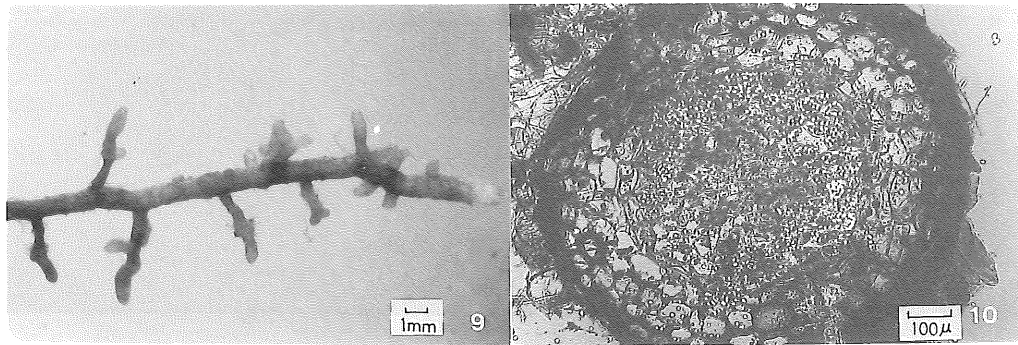
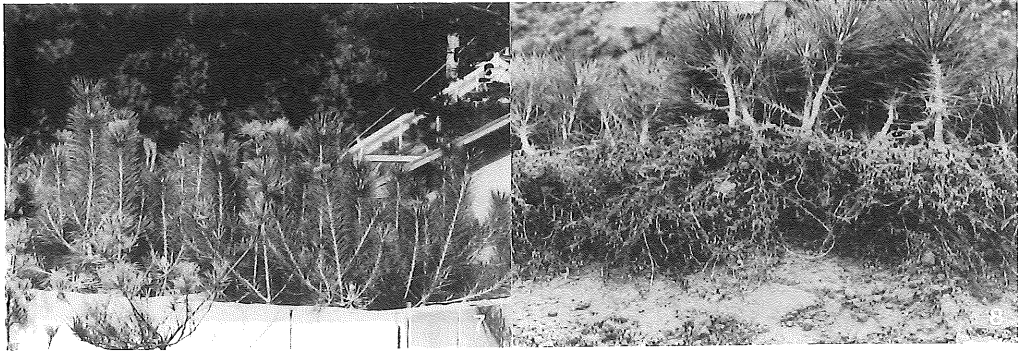


写真-1 クロマツ幼齡樹移植造成地  
 3 2年生クロマツ苗木育苗畑  
 5 ショウロ感染苗移植（床植）

2 同左に発生したショウロ子実体  
 4 同左に発生したショウロ子実体  
 6 同左に発生したショウロ子実体



写真—7 コンクリートブロック積みフレーム移植したショウロ感染苗  
8 掘り取り時の感染苗の状況  
9 ショウロ菌根の実体顕微鏡写真  
10 ショウロ菌根の生物顕微鏡写真

島根県林業技術センター研究報告第42号

平成3年3月印刷

平成3年3月発行

島根県林業技術センター

島根県八束郡宍道町大字宍道1586 (〒699-04)

電話 (宍道局) 0852-66-0301

印刷所 株式会社 報光社